

MINKIN (*Neovison vison*) TUOTANTO-OMINAISUUKSIEN PERINNÖLLINEN VAIHTELU

Sanna Kosonen
Maisterintutkielma
Helsingin yliopisto
Maataloustieteiden osasto
Kotieläinten jalostustiede
2018

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Laitos — Institution — Department Maataloustieteiden laitos	
Tekijä — Författare — Author Sanna Kosonen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Minkin (<i>Neovison vison</i>) tuotanto-ominaisuuksien geneettinen vaihtelu			
Oppiaine — Läroämne — Subject Kotieläinten jalostustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level Maisterintutkielma	Aika — Datum — Month and year 4/2018	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 46	
<p>Tiivistelmä — Referat — Abstract</p> <p>Tutkielman kohteena olivat minkin taloudellisesti tärkeimmät ominaisuudet: paino, eläimen koko, turkin laatu ja massakkuus sekä pentuekoko. Aineisto saatiin Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:ltä ja se sisälsi tietoja vuosilta 2013-2017. Koska tarhojen välillä ei ole eläinten sukulaisuuksia, aineistosta poimittiin tarha, jolla oli laadullisesti ja määrällisesti eniten havaintoja. Yhteensä fenotyyppi- ja sukupuutietoja oli 12 521 minkiltä. Aineistosta laskettiin viiden ominaisuuden eläinmallilla ominaisuuksien perinnöllinen vaihtelu, geneettiset korrelaatiot ja geneettinen edistyminen. Laskennassa käytettiin REML-menetelmään perustuvaa DMU-ohjelmaa. Tutkituista ominaisuuksista eniten havaintoja oli eläimen koosta. Eläimen koko on yksi tärkeimmistä nahan hintaan vaikuttavista tekijöistä. Suurin periytymisaste saatiin eläimen koolle (0,34) ja painolle (0,30). Korkeimmat geneettiset korrelaatiot todettiin koon ja painon (0,99) sekä turkin laadun ja massakkuuden välille (0,89). Minkin paino ja koko ovat viime vuosina nousseet tasaisesti. Sen sijaan pentuekoko on laskenut viime vuosina. Kaikissa ominaisuuksissa havaittiin vaihtelua, joten niihin voidaan jalostamalla vaikuttaa. Minkin nahan koolle saatiin suurin geneettisen vaihtelun vaihtelukerroin (23 %) eli valinnalla pystyttäisiin siihen vaikuttamaan eniten. Pentuekoko on tärkeä ominaisuus, sillä se määrää pitkälti kuinka paljon nahkottavia eläimiä saadaan tarhassa pidetyistä emoista. Liian suuren koon ja elopainon tuomat hyvinvointiongelmien ovat nähtävissä turkisketuilla. Sen takia koko ja paino eivät saisi olla minkin ainoita jalostuksella tavoiteltavia ominaisuuksia. Tuottaakseen laadukkaan turkin minkin on voitava kokonaisvaltaisesti hyvin: se ei saa olla sairas tai stressaantunut eikä kärsiä stereotyyppisestä käyttämisestä. Vain hyvinvoiva minkki voi olla tuottoisa turkiseläin. Minkkien valtakunnallinen identifiointijärjestelmä helpottaisi siitoseläinten vaihtoa tarhojen välillä ja lisäisi geneettistä monimuotoisuutta ja jalostusmahdollisuuksia. Keinosiemennys nopeuttaisi perinnöllistä edistymistä minkkien tuotanto- ja hyvinvointiominaisuuksissa. Minkkien keinosiemennyksen kehittämiseksi ei ole fysiologista estettä.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Minkki, tuotanto-ominaisuudet, periytymisaste, geneettinen korrelaatio, perinnöllinen edistyminen, hyvinvointi			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Maataloustieteiden laitos ja Viikin kampuskirjasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Työtä ohjasivat: Asko Mäki-Tanila, Ismo Strandén			

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos — Institution — Department Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author Sanna Kosonen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title Genetic variation in the production traits of mink (<i>Neovison vison</i>)			
Oppiaine — Läroämne — Subject Animal breeding			
Työn laji — Arbetets art — Level Master's thesis	Aika — Datum — Month and year 4/2018	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages 46	
Tiivistelmä — Referat — Abstract <p>The research objective was to investigate the most important production traits of farmed mink: weight, animal size, both fur quality and thickness and litter size. Data included information from the years 2013-2017 and was received from the Finnish Fur Breeders' Federation. Because there are no genetic links among the farms, one farm with the highest quality and quantity of observations (in total 12 521 minks) was picked for the analysis. Genetic variation, correlation and recent trends of production traits were calculated using REML wuth DMU-software. Animal size had the highest number of observations. It determines the pelt size almost solely affecting the production revenues. The highest heritability was for animal size (0.34) and weight (0.30). The highest genetic correlation was between animal size and weight (0.99) and fur quality and fur thickness (0.89). There was variation in the all traits indicating that they can be changed by selection. Animal size had the highest coefficient of genetic variation (23 %) so that it has the highest potential for genetic changes among all the production traits. Litter size is important trait because it determines the number of pelts produced for a given number of mink dams on the farm. The size and weight of mink have steadily increased in recent years while the litter size has decreased. The problems caused large size and heavy weight are visible in the Finnish fur foxes. Therefore the animal size and weight of mink should not be the only breeding goals in mink. A mink can produce a high quality pelt when it is not not suffering from diseases, stress or stereotypic behaviour. Only well being mink is able to support efficient fur production. A national identification system would facilitate the exchange of elite minks among the farms and thereby enhance genetic diversity and improve opportunities for breeding. At the moment, artificial insemination is not possible for minks while there are no physiological obstacles for it. Artificial insemination in mink would speed up the genetic process both in production and welfare traits.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords Mink, production traits, heritability, genetic correlation, genetic trend, welfare			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited Department of Agricultural Sciences and Viikki Campus Library			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information Supervisor(s): Asko Mäki-Tanila, Ismo Strandén			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN	8
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	20
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	20
4.1 Tutkimusaineiston kuvaus	20
4.2 Kiinteät tekijät	22
4.3 Satunnaiset tekijät	23
4.4 Tutkimuksessa käytetyt tilastolliset menetelmät ja mallit	23
5 TULOKSET	26
5.1. Tutkittavat ominaisuudet	26
5.1.1 Paino	26
5.1.2 Koko	27
5.1.3 Laatu	27
5.1.4 Massakkuus	29
5.1.5 Pentuekoko	29
5.2 Kiinteiden tekijöiden vaikutus	30
5.3 Ominaisuuksien periytymisasteet ja yhteisen pentuajan ympäristön vaikutus	31
5.4 Ominaisuuksien väliset havaintomäärät ja geneettiset korrelaatiot	32
5.5 Perinnölliset muutokset ominaisuuksissa	33
6 TULOSTEN TARKASTELU	35
6.1 Päätulokset	35
6.2 Aineisto ja menetelmät	36
6.3 Pentuajan yhteisen ympäristön vaikutus	36
6.4 Periytymisasteet	37
6.4.1 Paino	37
6.4.2 Koko	37
6.4.3 Laatu	37
6.4.4 Massakkuus	38
6.4.5 Pentuekoko	38
6.5 Geneettiset korrelaatiot	38
6.6 Ominaisuuksien perinnölliset muutokset	39
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Suomessa tarhattavia turkiseläimiä ovat minkki, sini- ja hopeakettu ja suomensupi. Vuonna 2015 tuotettiin 1,7 miljoonaa minkinnahkaa ja 2,5 miljoonaa ketunnahkaa. Suomessa on noin 900 turkistilaa. Niistä suurin osa sijaitsee Pohjanmaalla. Suomessa turkiselinkeinon merkitys kansantaloudelle on huomattava ennen kaikkea alueellisesti mutta myös valtakunnallisesti. Vuonna 2015 turkistalouden viennin arvo Suomessa oli 611 miljoonaa euroa. Se tarkoittaa myös huomattavaa Suomeen maksettua veromäärää. (Profur 2016). Turkisten tuomat vienti- ja verotulot ovat suuria verrattuna muihin kotieläintuotannon suuntiin. Esimerkiksi vuonna 2016 tuotettiin suomalaisilla maitotiloilla 2 358,83 miljoonaa litraa maitoa keskihinnan ollessa 37,20 euroa sadalta litralta, joka tekee tuotoksi noin 877 miljoonaa euroa. Sianlihaa tuotettiin vuonna 2016 Suomessa 190,16 miljoonaa kiloa tuottajan saaman keskihinnan ollessa 145,55 euroa sadalta kilolta, joka tekee tuotoksi noin 276 miljoonaa euroa. (Luonnonvarakeskus Tilastotietokanta 2016, Niemi & Väre 2017.) Edellä mainitut tuotantosunnat saavat myös maataloustukea, toisin kuin turkiselinkeino joka on kokonaan tuista riippumatonta tuotantoa.

Minkki (*Neovison vison*) on alun perin kotoisin Pohjois-Amerikasta. Se tuotiin Suomeen 1920-luvulla. Minkkien varsinainen kasvatus Suomessa aloitettiin 1930-luvulla. (Suomen Turkiseläinten Kasvattajain liitto ry. 2017). Minkki on kettua pienempi ja kevyempi turkiseläin minkä takia jalka- ja silmäsairaudet eivät sillä ole yhtä yleisiä kuin ketuilla. Luonnossa minkki ei siedä toista minkkiä reviirillään mutta tarhaolosuhteissa se on sopeutunut lajitovereihinsä. Minkeiltä kerätään erilaisia tietoja. Gradeerauksella tarkoitetaan ulkomuodon arvostelua elävältä turkiseläimeltä. Arvosteluasteikko on 1-5, jossa 1 on heikoin arvosana ja 5 erinomainen. Gradeerauksen tekevät yleensä turkistarhaajat itse omalla tarhallaan ennen nahkontaa ja siitoseläinten valintaa. Minkkien gradeerausominaisuuksiin kuuluvat eläimen koko, turkin massakkuus, väri, peittävyys, värin puhtaus ja yleislaatu. (Koivula ym. 2008)

Paino on tärkeä ominaisuus minkeillä koska se liittyy taloudellisesti tärkeisiin ominaisuuksiin kuten nahankokoon. Mahdollisimman painava minkki ei kuitenkaan saisi olla jalostustavoite. Minkin painoa säännöllisesti mittaamalla saadaan jalostuksessa tarvittavia tietoja. Keruun laajuuden ja odotettavissa olevan valinnan vaikutuksien

arvioimiseksi on tiedettävä taloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien vaihtelu ja keskinäiset yhteydet, myös hyvinvointiominaisuuksiin. Painotietoja kerätään tiloilla vähemmän kuin gradeeraustietoja, johtuen todennäköisesti punnitsemisen työläydestä. Minkeille ei ole aiemmin laskettu painon geneettisen vaihtelun yhteyttä muihin ominaisuuksiin Suomessa.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin minkin painon perinnöllistä vaihtelua sekä painon yhteyttä gradeerausominaisuuksiin koon, laadun ja massakkuuden osalta sekä pentuekokoon. Edellä mainituille ominaisuuksille arvioitiin myös periytymisasteet ja perinnöllinen edistyminen. Tässä tutkimuksessa käsiteltiin yhden minkkitarhan tietoja, joita oli riittävästi geneettistä analyysia varten (12 521 eläintä). Tila-aineiston käyttö geneettiseen tutkimukseen on mahdollista minkeillä vain yksittäisiltä isoilta tiloilta, koska niille käytetään luonnollista paritusta ja tilojen välillä on heikosti geneettisiä linkkejä jos ollenkaan.

2 KATSAUS KIRJALLISUUTEEN

2.1 Minkinnahan tuotannon taloudellisuus

Turkiksista saatavat vientitulot ovat merkittäviä Suomelle. Vuonna 2013 turkisviennin arvo oli 800 miljoonaa euroa. Vuonna 2014 se oli yli 400 miljoonaa ja vuonna 2015 hieman yli 600 miljoonaa euroa. Luvut kuvaavat myös hyvin viennin arvon vuosittaista vaihtelua alalla. Vuonna 2015 turkiselinkeino työllisti Suomessa 4 900 henkilötyövuotta, johon määrään on laskettu suoraan ja välillisesti elinkeinon piirissä työskentelevät henkilöt. (PTT 2016.)

Vuonna 2015 Suomesta viedyistä minkinnahoista suurin osa vietiin Kiinaan (68 %) ja toiseksi eniten Eurooppaan (21 %). Samana vuonna minkinnahkoja tuotettiin maailmassa 73 miljoonaa kappaletta, joista 1,7 miljoonaa Suomessa, kuudenneksi eniten maailmassa. Eniten minkinnahkoja tuotettiin vuonna 2015 Kiinassa, 30 miljoonaa kappaletta. Vuonna 2015 minkinnahan keskihinta oli 37,38 euroa. Kasvatuskaudella 2014/2015 suomalaisia minkkitarhoja oli yhteensä 357 ja niiden keskituotos 3 278 nahkaa. (Profur 2016.)

2.2 Nahkonta ja nahkojen käsittely

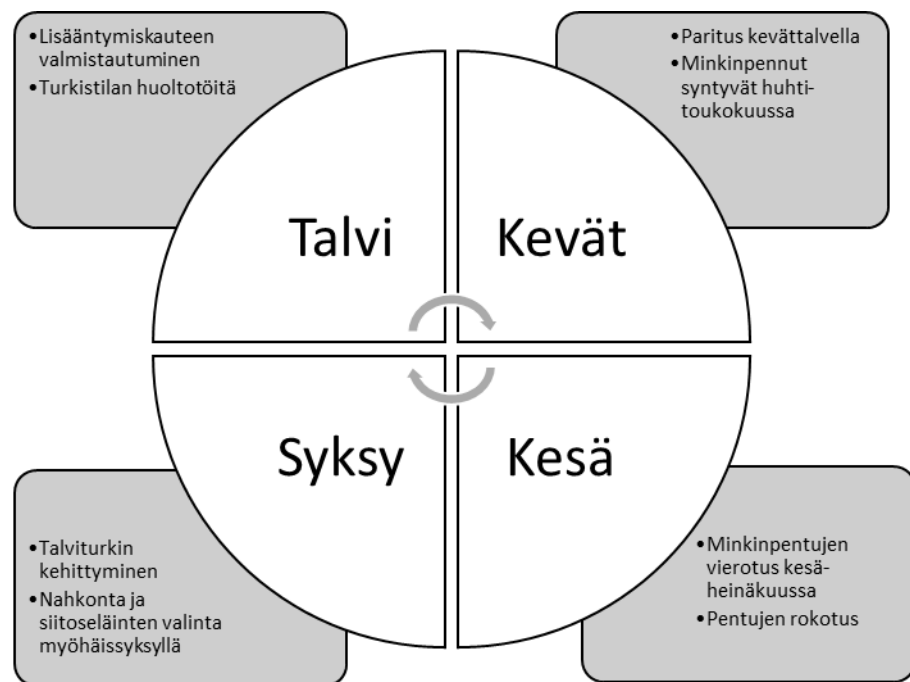
Minkkien nahkonta ajoittuu marraskuuhun. Ajankohta vaihtelee värityypin mukaan. Nahkonta-ajalla on kapea optimi, vain noin pari viikkoa. Nahoista poistetaan rasva ja ne puhdistetaan huolellisesti ennen rummutusta. Rummutuksella tarkoitetaan nahkojen ravistusta koneellisesti. Rummutuksessa käytetään lämmintä purua, joka tunkeutuu karvan syviin osiin. Rummutuksen jälkeen nahat kammataan ja kuivataan. Kuivaus kestää 2,5–3,5 vuorokautta. Varsinaisen kuivauksen jälkeen nahkoja kuivataan vielä noin vuorokauden verran henkareissa, ennen kuin ne ovat valmiita varastoitavaksi ja edelleen lähetettäväksi turkistaloihin. (Hernesniemi 2016.)

Minkinnahan laatuun vaikuttaa alentavasti puremajäljet. Ne voivat olla toisten tai minkin itsensä aiheuttamia. Yleensä niskassa ja selässä olevat puremajäljet ovat minkkien toisilleen puremia ja hännässä itseaiheutettuja. Turkin pureminen johtuu ahtaista tarhaolosuhteista, vieroittamiseen liittyvistä ongelmista ja geneettisistä tekijöistä. (Hansen ym. 1998)

Tarhoilta nahat toimitetaan keskitetysti huutokauppamyyntiä varten turkistaloihin. Minkin nahoissa värien päätyypit ovat Black, Mahogany, Brown ja Glow. Nahoista poistetaan omiin pinoihinsa päätyyppeihin kuulumattomat nahat. Nahkojen koneellinen mittaaminen on kuonon päästä hännän tyveen. Kone lajittelee nahat edelleen värin ja laadun mukaan. Värilajittelun perusteena on värin tummuus ja laatulajittelussa kiinnitetään huomiota pohjavillaan ja peitinkarvan tiheyteen. Laatua arvioitaessa minkinnahkaa silitetään vastakarvaan: jos pohjavilla on hyvälaatuinen niin peitinkarva palautuu luonnolliseen asentoonsa välittömästi. Laatulajittelun yhteydessä nahat tarkistetaan myös virheiden varalta: minkkien nahoille tyypillisiä virheitä ovat värivirheet ja valkovilla. Myös reikiä ja puremajälkiä saattaa löytyä. Varsinaisen lajittelun jälkeen nahoista kootaan tasalaatuisia myyntierä. Myyntierät niputetaan ja jokaisesta myyntierästä tuodaan oma nippu huutokaupan nahkaesittelyyn. Minkillä esittelynipussa on 25 nahkaa. Jokaisessa nahassa on viivakoodi, jonka perusteella pystytään jäljittämään sen tuottaja. Huutokaupassa nahat ostetaan näiden esittelynippujen perusteella. Arvostetuimmissa minkinnahoissa peitinkarva on lyhyttä, tasapituista ja tiheää. (SagaFurs 2015.)

2.3 Minkkitarhan vuosikierto

Minkkitarhalla tehtävät työt vaihtelevat vuodenaikojen mukaan (kuva 1). Talvi on hiljaisinta aikaa, jolloin tehdään tarhan kunnostustöitä, huolehditaan minkkien pesäköppien hyvästä kuivituksesta ja otetaan mahdollisesti plasmasytoosinäytteitä. Minkit paritetaan maaliskuussa: niille ei käytetä keinosiemennystä kuten ketuille ja suomensupille, vaan yhtä urosta kohti on yleensä viisi naarasta astuttavana. Parituksia on yhdestä kahteen kertaan. Naaras minkkien ovulaatio tapahtuu astutushetkellä. Naaras kantaa poikasia 40–70 vuorokautta. Pennut syntyvät huhti-toukokuussa. Suurista – yli yhdeksän pennun – pentueista osa voidaan siirtää vähemmän pentuja saaneelle naaraalle. Kesällä pennut vieroitetaan emostaan noin kahden kuukauden ikäisinä ja siinä yhteydessä ne rokotetaan. Syksyllä minkit kasvattavat talviturkkinsa. Myöhäissyksyllä minkit gradeerataan siitoseläinvalintaa varten. Karsitut minkit menevät nahkontaan. Nahkottavat minkit lopetetaan noin kuuden kuukauden ikäisinä kaasulla. (Sjöholm 2012.)



Kuva 1. Minkkitarhan tärkeimmät työt vuodenajoittain

2.4 Minkkien tuotantotilat

Minkkejä kasvatetaan yleisimmin avonaisissa varjotaloissa, jotka ovat useita kymmeniä metrejä pitkiä rakennuksia. Yleensä varjotalon keskellä on käytävä, jonka molemmiin puolin on häkkejä minkeille. Muita mahdollisia tuotantorakennuksia ovat kasvatushallit, joissa häkkirivejä voi olla useita. (Nielsen Hovgaard 1985.) Minkkien häkkien on oltava eläimille turvallisia. Lisäksi Suomessa minkkien pitopaikan tulee olla säältä suojaava sekä sellainen, josta karkaamisriski on mahdollisimman pieni. Myös pitopaikan paloturvallisuuteen on kiinnitettävä huomiota ja eläimet on saatava evakuoitua tulipalon sattuessa. Minkeillä häkissä silmäverkon koko on $8,8 \text{ cm}^2$ ja verkkolangan tulee olla vähintään 1,8 millimetrin paksuista. Minkillä tulee olla häkissään myös kuivitettu pesäkoppi ympärivuotisesti. Minkin häkin tulee olla ilman pesäkoppia kooltaan vähintään $2\,550 \text{ cm}^2$. Jos häkissä on useampi kuin kaksi, tulee jokaista eläintä kohti olla lisätilaa 850 cm^2 . (Turkiseläin – eläinsuojelulainsäädäntöä koottuna 2012.)

Luonnossa minkit elävät yksin, ja ne sietävät vastakkaista sukupuolta olevaa toista minkkiä alueellaan vain lisääntymisaikaan. Naaras hoitaa pentujaan luonnossa 12–15 viikon ikäisiksi asti, jolloin se vieroittaa pennut. Pennut muodostavat omat reviirinsä. (Pedersen ym. 2004). Nämä lajityypilliset piirteet ovat haaste minkkien turkistuotannossa, joissa niitä pidetään yleensä pareittain häkeissä. Osin tarhatut minkit ovat siihen sopeutuneet mutta välillä ilmaantuu myös ongelmia, esimerkiksi kannibalismia.

2.5 Tarhattujen minkkien hyvinvointi

Hyvinvoiva tuotantoeläin tuottaa laadukkaita tuotteita. Hyvinvoivan tuotantoeläimen tunnusmerkkejä ovat terveys, hyvä kasvu ja hedelmällisyys sekä normaali käyttäytyminen. Minkin hyvinvoinnin edellytys on sellainen tuotantoympäristö, joka on mahdollisimman lajityypillinen sekä tarjoaa oikeanlaista ravintoa minkille. Minkin ei tulisi joutua kokemaan stressiä, pelkoa tai kipua elinympäristössään. Minkin hyvinvoinnin turvaaminen turkistarhalla voi kasvattaa tuotantokustannuksia mutta se maksaa itsensä takaisin: hyvinvoivalla minkillä on parhaimmat edellytykset tuottaa laadukas nahka. (Luonnonvarakeskus 2015.) Minkin terveyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten ruokinta, elinympäristö ja eläimen perimä. Minkki voi sairastua äkillisesti

mutta toisaalta osa minkkien sairauksista kehittyy hitaasti ja oireita on vaikea huomata. Sairaudet alentavat minkin tuotantopotentiaalia ja voivat pahimmassa tapauksessa johtaa sen kuolemaan. (Evira 2017.)

Minkkien, kuten muidenkin turkiseläinten elintilat ovat pienet ja eikä niillä ole juurikaan virikkeitä. Vaikka osin jalostuksen myötä minkit ovat kesyyntyneet, niin niiden lajinmukaiset käyttäytymistarpeet eivät ole kadonneet. Virikkeettömyys johtaa eläinten apatiaan sekä terveysongelmiin ja sitä kautta taloudellisen tuloksen heikentymiseen. (Turkiseläinten hyvinvointi 2017.) Minkkien tarvetta tarhaolosuhteissa uintimahdollisuuteen hyvinvoinnin edistämiseksi on tutkittu melko paljon. Kuitenkin Kornum ym. (2017) toteavat, että uimismahdollisuutta hyvinvoinnin edistäjänä ei ole voitu yksiselitteisesti todeta: minkki luokitellaan vain osittain vesiympäristössä saalistajaksi. Uintimahdollisuuden on havaittu lisäävän minkkien aktiivisuutta mutta selkeää hyvinvoinnin paranemista ei ole havaittu. Arviointia vaikeuttaa myös se, mitä eläimen hyvinvoinnilla kukakin tarkoittaa.

Hansen ym. (2010b) ovat tutkineet minkkien stereotyyppistä käyttäytymistä ja sen vaikutusta taloudellisesti tärkeisiin ominaisuuksiin. Minkeillä esiintyy tarhaolosuhteissa stereotyyppistä käyttäytymistä, jolla tarkoitetaan eläimen toistamaa käytösmallia jolle ei ole mitään tarkoitusta tai tavoitetta. Tällaisia stereotyyppisen käyttäytymisen muotoja minkeillä on esimerkiksi edestakaisin juokseminen häkissä, pään ja kehon etuosan heiluttaminen. Painon ja stereotyyppisen käyttäytymisen välille on tutkimuksissa löydetty negatiivinen geneettinen yhteys. Tämän on oletettu johtuvan siitä, että minkiltä kuluu stereotyyppiseen käyttäytymiseen energiaa, mikä näkyy normaalia kevyempänä painona. Samassa tutkimuksessa myös painon ja pentuekoon välille arvioitiin negatiivinen geneettinen yhteys. Meagher ym. (2012) ovat puolestaan osoittaneet tutkimuksessaan, että minkkinaaraiden vähäinen aktiivisuus selittää enemmän pentuekokoa kuin paino. Samassa tutkimuksessa todettiin kuitenkin myös, että vähemmän aktiiviset naaraat ovat lihavampia kuin aktiiviset, ja lihavuus korreloi negatiivisesti pentuekoon kanssa. Toisaalta tutkimuksessa havaittiin, että pelkästään minkin kuntoluokka ei selitä pentuekokoa.

Minkkien hyvinvoinnin edistämiseksi on kehitetty Welfur-järjestelmä, jonka tavoitteena on valvoa ja edistää minkkien hyvinvointia eurooppalaisilla turkistarhoilla. Welfur perustuu tieteelliseen tutkimustietoon. Arvioinnin kohteena on neljä minkkien

hyvinvoinnin perustekijää: ruokinta, terveys, tuotanto-olot ja käyttäytyminen. Näistä kohteista arvioidaan erilaisia minkin hyvinvointiin vaikuttavia tekijöitä. Arvioinnin suorittaa tarhan ulkopuolinen audioija, joka pisteyttää kohteet Welfur-järjestelmän mukaisesti. (Welfare assessment protocol for mink 2015.)

2.6 Tarhatun minkin yleisimmät sairaudet

Plasmasytoosi on minkin yleisin sairaus. Se on krooninen tauti joka aiheuttaa muun muassa pentukuolleisuutta ja nahan laadun heikkenemistä, ja sitä kautta tarhalle merkittäviä taloudellisia tappioita. Plasmasytoosi tarttuu minkkien eritteiden ja uloshengitysilman kautta. Tartunta voi levitä myös esimerkiksi lintujen, rehun tai työkonoiden ja – vaatteiden välityksellä. Plasmasytoosia on vaikea havaita taudin tultua tarhalle ja se leviää hitaasti minkkien keskuudessa. Minkkien värityyppi ja perinnöllinen alttius vaikuttavat niiden sairastumiseen. Plasmasytoosia vastaan ei ole rokotetta tai tehokasta hoitoa. Ainoa torjuntakeino on jättää sairastuneet minkit pois jalostuskäytöstä. Sairaavat minkit todetaan plasmasytoositestin avulla, jota varten minkistä otetaan verikoe. (Sjöholm 2012.)

Imetyshanemiaa ilmenee minkkiemillä tavallisesti imetyskauden lopussa. Imetyshanemialle altistavia tekijöitä ovat suuri pentue, kuumuus sekä henkinen ja fyysinen rasitus. Sairaus johtuu emän negatiivisesta energiatasapainosta, joka on seurasta imetyksestä ja liian vähäisestä ravinnosta. Emä laihtuu ja seurauksena on yleensä munuaisvika ja rasvamaksa. (Sjöholm 2012.) Minkki voi saada rasvamaksan myös lisääntymiskauden ulkopuolella, jolloin sen yleensä aiheuttaa syömättömyys ja sitä kautta aineenvaihdunnallinen ongelma. Erityisen alttiita rasvamaksan saamiseen ovat hyvin suuret ja lihavat minkit. (Moisander-Jylhä, 2016.)

Hemorragista keuhkokuumetta vastaan minkit voidaan rokottaa vuosittain. Rokottaminen on kannattava investointi tarhalla, sillä hemorraginen keuhkokuume on hyvin tuhoisa ja se aiheuttaa yleensä suuren kuolleisuuden tarhalla. Tauti leviää helposti kosteissa olosuhteissa ja se on yleinen loppukesällä. (Sjöholm 2012.)

Naama-tassutulehdus (FENP) ilmenee minkeillä muun muassa paiseina ja ihovaurioina. Puremahaavat altistavat minkkejä naama-tassutulehdukselle. Erityisesti vieroitusiän lähestyessä minkit saattavat purra toisiaan pahastikin. Naama-tassutulehduksesta

kärsivät minkit eivät lisäännä normaalisti, joten ne on paras lopettaa. (Moisander-Jylhä, 2016.)

Minkin pentujen yleisimpiä sairauksia on niin sanottu märät pennut, jolla tarkoitetaan tahmaisia, kuumia ja haisevia pentuja. Pennuilla on ripuli, mikä osaltaan myös sotkee pesää. Yleensä koko pentue sairastuu 15–30 vuorokauden ikäisinä. Tauti johtuu astrovirusinfektiosta ja se edesauttaa myös bakteeritulehduksen syntyä. Osasyynä märkiin pentuihin on huono ja likainen pesä, joka taas johtuu naaraan huonoista emäominaisuuksista. (Moisander-Jylhä, 2016.)

2.7 Minkin koon, turkin laadun ja pentuekoon perinnöllinen vaihtelu

Minkki (*Neovison vison*) on näättäeläin jonka kantamuotoja ovat Alaskan ja Quebecin luonnossa elävät villit minkit. Suomen minkkitarhoilla kasvatetaan monia minkkien värimuunnoksia, joista yleisimmät ovat musta ja ruskean eri sävyt. Minkkinaaras painaa 1–1.5 kiloa ja uros 2–3 kiloa. (Sjöholm 2012.) Minkin turkki on kaksiosainen: se koostuu pohjavillasta ja peitinkarvasta. Pohjavilla on kauttaaltaan saman pituista, kun taas peitinkarva on pitkää, keskipitkää tai lyhyttä. Pisin peitinkarva on päällimmäisenä, sitten keskipitkä ja lähinnä pohjavillaa peitinkarva on yhtä lyhyttä kuin pohjavilla. Pohjavillassa on vähemmän pigmenttiä kuin peitinkarvassa ja siksi se on väriltään vaaleampi. Minkin turkin laatuun voidaan vaikuttaa rehusta saatavan proteiinin laadulla. Yleisesti turkin laadusta voidaan päätellä minkin ravitsemuksen ja hyvinvoinnin taso. (Joergensen 1985.)

Lagerkvistin ja Lundeheimin (1990) mukaan gradeerauksella ja eläinten painotiedoilla voidaan ennustaa suuntaa-antavasti nahkoista saatavaa hintaa. Nahoista saatava hinta vaihtelee kuitenkin vuosittain, mikä on turkistaloudelle tyypillistä. Wierzbickin (2005) mukaan naalien nahoista maksettavaan hintaan vaikuttavat eniten nahan koko ja laatu. Tämä tutkimustulos perustelee sen, miksi turkiskettujen kasvatuksessa on painotettu suurta kokoa. Kempe ym. (2010) ovat osoittaneet tutkimuksessaan sinikettujen osalta, että niiden suuri koko ja nopea kasvu altistavat ne lihavuudelle, joka taas on riski eläimen hyvinvoinnille ja aiheuttaa muun muassa jalkojen vääntymistä.

Turkiseläintenkasvattajan ensisijainen tavoite on yleensä mahdollisimman hyvä taloudellinen tulos. Lagerkvistin (1997) mukaan yli kymmenen pennun pentueessa eläinten nahankoko oli pienempi ja luonnollisesti myös niistä saatava hinta alempi kuin pienemmissä pentueissa. Sisarusten määrällä samassa pentueessa ei kuitenkaan ole vaikutusta nahan laatuun. Toisaalta laadulla on pienempi vaikutus nahasta saatavaan hintaan kuin nahan koolla. Näin ollen minkinpentujen lukumäärä pentuetta kohden tulisi pitää maltillisena. Minkinnahoista saatavan hinnan tulisi ylittää tarhan muuttuvat kustannukset. Jos tuotannon tulisi olla esimerkiksi 3000 pentua vuodessa, tarvittaisiin noin 750 emää pentuekoon keskiarvon ollessa neljä pentua. Keskiarvoa nostamalla yhdellä pennulla emien määräksi riittäisi noin 600 minkkinaarasta.

Minkkitarhan vuotuinen pentutulos on yhteydessä tarhan taloudelliseen tulokseen: se määrää kuinka paljon nahkottavia minkkejä on seuraavaksi syksyksi. Optimaalinen pentuekoko ja pentujen kehitys ovat tärkeitä tekijöitä tarhan taloudellisen tuloksen kannalta. Hansen & Berg (1998) huomasivat 1990-luvulla minkkien pentuekoon kasvaneen viimeisen 20 vuoden aikana: keskimääräinen pentuluku oli noussut tarkasteluajanjaksolla 4.35:sta 5.72:een. Pentujen suuri lukumäärä yhdessä niiden suuren kasvupotentiaalin kanssa ovat huomattava rasitus emälle. Erityisesti 1-vuotiaita vanhemmat emät, joiden maidontuotanto on runsasta, laihtuvat ja ovat näin alttiita negatiiviselle energiatasapainolle, joka puolestaan altistaa muille sairauksille.

Onnistunut imetyskausi edellyttää tasapainoa emän painon menetyksen, pentujen määrän ja niiden kasvunopeuden välillä. Rouvinen-Watt'n (2003) mukaan Tanskassa menetetään jopa 30 000 - 150 000 minkkiemää vuosittain niiden sairastuttua penikoimisen jälkeen. Tämä on noin 0,5–5 % kaikista tanskalaisista minkkinemistä. Brink & Jeppesen (2005) ovat todenneet, että imetyskausi on merkityksellinen minkinpentujen kasvun ja kehittymisen kannalta. Erityisesti heti syntymän jälkeen pennut ovat täysin riippuvaisia emän hoivasta ja sen tarjoamasta ravinnosta. Myös oikein ajoitettu vieroitus vaikuttaa minkinpentujen tulevaan kehitykseen.

2.8 Ruokinnan vaikutus painoon

Ruokintakustannukset minkkitarhalla voivat olla 60–70 % kaikista kustannuksista. Berg ja Lohi (1992) havaitsivat tutkimuksessaan, että minkin rehun hyväksikäyttökyky

korreloi positiivisesti painon nousuun, painoon ja nahan pituuteen. Samassa tutkimuksessa todettiin, että tarhojen ja toisaalta myös isien jälkeläisryhmien välillä on eroja rehun käyttökyvyssä. Viimeksi mainittu seikka mahdollistaa ominaisuuden parantamisen jalostuksella.

Korhosen ja Niemelän (1998) mukaan minkin paino vaihtelee vuodenajan ja tarhaoloissa myös tuotantovaiheen mukaan. Minkki on herkkä ilman lämpötilan vaihteluille ja se reagoi muutoksiin säätelemällä energian kulutustaan lämpötilan mukaan. Talvi on kriittisintä aikaa minkeille energiansäätelyn suhteen, ja minkki voi viettää pesässään jopa 95 % ajasta. Minkin aktiivisuus nousee lisääntymiskauden kynnyksellä helmi-huhtikuussa, erityisen voimakasta sen on todettu olevan maaliskuussa. Tällöin minkillä yleensä myös paino laskee luonnostaan sen valmistautuessa parittelukauteen.

Sørensen ym. (2003) jakoivat minkin painon kasvun kolmeen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on aika syntymästä vieroitukseen, jolloin pennun painoon vaikuttaa emän huolenpito. Toisessa vaiheessa, vieroituksen jälkeen, painon kasvuun vaikuttaa yksilön oma kasvupotentiaali. Tässä vaiheessa painon kasvu on nopeinta, ja siihen sisältyy myös luuston kehittyminen, ruumiin pituuden kasvu sekä kesäkarvan kehittyminen. Mitä parempi rehunkäyttökyky minkillä on, sitä enemmän se kasvaa tässä vaiheessa. Kolmannessa vaiheessa minkki kerää itseensä lähinnä rasvaa ja kasvattaa talvikarvaansa. Sekä toisessa että kolmannessa vaiheessa urokset kasvattavat painoaan naaraita enemmän.

2.9 Minkin ruokinta

Minkin rehu koostuu pääasiassa teurassivutuotteista, joita rehuseos sisältää noin 48 %. Muita raaka-aineita ovat rehukala ja kalanjalostuksen sivutuotteet, vilja, valkuaisrehut sekä vesi. Pääasiassa rehun raaka-aineet ovat Suomesta lukuun ottamatta joitakin kalanjalostuksen sivutuotteita jotka ovat peräisin Norjasta. Raaka-aineet hapotetaan ja valmis rehuseos on puuromaista. Suomessa oli 11 rehusekoittamoa vuonna 2010, joissa rehu valmistetaan lähes päivittäin ja kuljetetaan turkistarhoille. (Silvenius ym. 2010.)

Minkkejä tulisi ruokkia yksilöllisesti, sillä rehuntarve vaihtelee esimerkiksi värityypin, säiden ja eläimen oman aineenvaihdunnan suhteen. Minkkien kuntoa tulee seurata päivittäin ja säätää rehuannos kullekin minkille sopivaksi. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää siitoskauden lähestyessä minkkien kuntoon, sillä se vaikuttaa ratkaisevasti taloudellisesti merkittävään pentutulokseen. Naaraiden kunnostamisella siitoskautta varten tarkoitetaan pääasiassa niiden laihtuttamista. Värityyppien välillä on kuitenkin eroja, ja esimerkiksi velvet-tyypin naaraat laihtuvat erityisesti kylminä talvina itsestään. Kunnostuksen jälkeen aloitetaan niin sanottu kiihdytysruokinta, jolloin rehua annetaan runsaammin. Kiihdytysruokinnalla viestitetään naaraille että siitoskausi lähestyy. Näin yritetään maksimoida irtoavien munasolujen määrä. Myös uroksia tulee kunnostaa naaraiden tavoin siitoskautta varten, sillä liikalihavuus alentaa niiden paritteluhalua ja –kykyä. Varsinaisella parituskaudella naaraille riittää ylläpitoruokinta mutta uroksia tulee ruokkia enemmän. Parituskauden jälkeen rehua aletaan lisätä myös naaraille: alkioden kiinnittymisen aikaan lisärehu lisää sikiöiden määrää. Ennen penikointia ja juuri sen jälkeen rehunsaantia on syytä rajoittaa, ettei maitoa ala erittyä liikaa. Liikaeritys altistaa naaraan esimerkiksi utaretulehdukselle. Imetyskaudella rehua lisätään vain vähitellen. Pennut alkavat syödä kiinteää rehua noin neljän viikon ikäisinä. Pennut vieroitetaan kahdeksan viikon ikäisinä. Vieroituksen jälkeen alkaa niin sanottu nopean kasvun vaihe, jolloin kasvavat pennut ruokitaan 2-3 kertaa päivässä. Tämä vaihe kestää alkusyksyyn saakka. Nopean kasvun vaiheen jälkeen lokakuusta nahkontaan saakka rehumäärä lasketaan maltillisemmalle tasolle. Näin varmistetaan minkkien pysyminen aktiivisina ja turkin parempi vaihtuminen. (Hernesniemi 2016.)

2.10 Minkkien jalostusvalinta

Jalostusvalinnalla pyritään parantamaan valinnan kohteena olevan populaation perinnöllistä tasoa valitsemalla siitokseen geneettisesti parhaat eläimet. Jalostusvalinnan apuna tulee käyttää eläimiltä kerättyä tietoa ja tiedettyjä jalostettavien ominaisuuksien välisiä suhteita, geneettisiä korrelaatioita. Näiden lisäksi on tärkeä tuntee ominaisuuksien periytymisasteet ja jalostettavan populaation rakenne sekä määritellä jalostustavoite. Vain valintaa tekemällä voidaan saada aikaan perinnöllistä edistymistä. (Juga ym. 1999)

2.11 Tietojen keruu minkin jalostuksessa

Minkkien jalostus perustuu siihen, että populaatiosta valitaan siitokseen parhaimmat eläimet. Valinta edellyttää tietoja minkeistä niiden taloudellisesti tärkeistä ominaisuuksista. Tietoja saadaan mittaamalla minkkien ominaisuuksia sekä laskemalla pentumääriä tarhoilla. Avainasemassa tässä tiedonkeruussa ovat tarhaajat. Tiedonkeruu aiheuttaa kustannuksia, mutta sen hyöty on monialainen: taloudellisuuden kehittämisen lisäksi saadaan tietoa minkkien hyvinvoinnista ja terveydentilasta. (Juga ym. 1999)

2.12 Minkkien jalostettavat ominaisuudet

Minkeillä tärkeimpiä jalostettavia ominaisuuksia ovat hedelmällisyys, eläimen koko, väri ja turkin laatu. Jotta jalostuksessa päästään toivottuun suuntaan, tulee tietää miten ominaisuudet vaikuttavat toisiinsa. Esimerkiksi eläimen koon jalostaminen suuremmaksi aiheuttaa pentuelukumäärän pienenemistä ja turkin laadun huononemista. Riittävällä pentujen määrällä varmistetaan suuri valintaehdokkaiden määrä ja valintamahdollisuus taloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien suhteen populaatiossa. (Lagerkvist 1997.)

Minkit gradeerataan yleensä niiden omissa häkeissään, jolloin pystytään näkemään yleiskuva elävästä eläimestä. Tässä niin sanotussa ensimmäisen vaiheen gradeerauksessa minkkejä karsitaan muun muassa koon, karvan ja luonnevikojen perusteella. Toisen vaiheen gradeerauksessa minkit tuodaan tarkempaan arviointiin lampun alle ja niiltä arvioidaan lisää ominaisuuksia, esimerkiksi värin puhtautta. Gradeerauksessa turkin ominaisuudet tulisi tarkistaa myös vatsapuolelta. Yhtä ominaisuutta ei tulisi painottaa liikaa valittaessa siitokseen jätettäviä eläimiä ja toisaalta jos omalta tarhalta ei löydy tarpeeksi hyvälaatuisia uroksia, on niitä kannattavaa hankkia toiselta tarhalta. (Hernesniemi 2016.)

Taloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien lisäksi myös käyttäytyminen periytyy. Jalostusvalintoja tehdessä tulisi kiinnittää huomiota erityisesti käytösongelmiin, kuten stereotyyppiseen käyttäytymiseen, aggressiivisuuteen ja karvanpurentaan. Jos

pentueessa esiintyy käytöshäiriöitä, tulisi myös niiden emo poistaa jalostuskäytöstä. (Moisander-Jylhä, 2016.)

2.13 Keinosiemennyksen haasteet minkkien parituksessa

Keinosiemennystä on käytetty hyvin tehokkaasti hyväksi esimerkiksi lypsykarjan jalostuksessa. Sen etuja ovat suuren jälkeläismäärän mahdollistuminen uroksille sekä eläinaineksen liikkuvuus maiden välillä ilman huomattavaa tautiriskiä. Siementä voidaan myös säilyttää pakastamalla lähes rajattomasti. (Juga 1999). Minkeille ei käytetä keinosiemennystä, vaan ne paritetaan aina luonnollisin keinoin.

Ishikawa ym. (1965) siemensivät tekemässään kokeessaan 21 minkkinaarasta, joista kaksi naarasta synnytti onnistuneesti yhteensä neljä poikasta. Heidän mukaansa minkkiuroksesta kerätty sperma säilyy enimmillään vain 24 tuntia keräämisen jälkeen +4 °C asteessa.

Minkkien keinosiemennyksen suurimpia haasteita on siemenenkeräys uroksilta ja toisaalta naaraiden siementäminen. Kumpaakaan toimenpidettä ei pystytä tekemään ilman että minkki nukutetaan toimenpiteiden ajaksi. Luonnollisesti nukuttaminen on ennen kaikkea riski eläimelle, mutta myös hyvin aikaa vievää ja vaivalloista. Lisäksi minkkinaaraan siementäminen on todettu haasteelliseksi sen pienen koon ja ahtaan kohdunkaulan takia. Naaras olisi mahdollista siementää sen vatsanpeitteiden läpi suoraan kohtuun tai munanjohtimeen, mutta myös tällaisen toimenpiteen ajaksi naaras tulisi nukuttaa. Minkin lajisukulaaisella kissalla on uros saatu opetettua ejakuloimaan keinoemättimeen, joten saattaisi olla mahdollista opettaa sama myös minkillä. Tämä vaatisi kuitenkin ensin minkin kesyttämisen ja leimautumisen ihmiseen pienestä asti mikä on työlästä ja osin ylimääräistä työtä, jos yksilöstä ei jostain syystä tulisikaan jalostuseläintä tai sen siemenneste ei sopisikaan keinosiemennykseen. (Heli Lindeberg, eläinlääketieteen tohtori, Luke, sähköpostiviesti kirjoittajalle 23.3.2018.)

Minkille sopisi samanlaiset keinosiemennysmenetelmät, joita on kokeiltu menestyksellä mustajalkahillereille (*Mustela nigripes*) (Heli Lindeberg, eläinlääketieteen tohtori, Luke,

sähköpostiviesti kirjoittajalle 23.3.2018.) Howard ym. (2016) onnistuivat keinosiementämään mustajalkahillerinaaraita 10–20 vuotta aikaisemmin pakastetulla siemennesteellä. Mustajalkahillerinaaraat siemennettiin nukutettuina vatsanpeitteiden läpi kohdunsarven seinämän kautta suoraan kohtuun. Kolmen vuoden aikana keinosiementetyistä neljästätoista naaraasta viisi tuli tiineeksi ja ne saivat yhteensä kahdeksan pentua.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksella oli kolme tavoitetta:

- 1) Arvioida perinnöllinen vaihtelu minkin taloudellisesti tärkeimmissä ominaisuuksissa: paino, pentuekoko ja gradeerausominaisuudet eläimen koko, turkin laatu ja massakkuus.
- 2) Arvioida näiden ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot.
- 3) Sivutuloksena saada arvio näiden ominaisuuksien perinnöllisestä edistymisestä tai taantumisesta viime vuosien aikana.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tutkimusaineiston kuvaus

Tutkimusaineisto saatiin Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry:ltä ja se oli vuosilta 2013–2017. Koko aineistossa oli havaintoja gradeerauksista ja penikoinneista yhteensä 163 eri minkkitarhalta. Tietoja oli vuosina 2013–2017 paritetuista ja penikoinneista minkkiemistä ja paritukseen käytetyistä isistä ja syntyneistä jälkeläisistä. Naaraat oli yleensä paritettu yhdellä uroksella.

Gradeeraushavaintoja oli 683 455 minkille, joista 222 191 oli uroksia ja 453 677 naaraita. 7587 eläimelle ei ollut ilmoitettu sukupuolta. Pentuekokohavaintoja aineistossa

oli 801 332 ja ne olivat 430 832 eri emälle. Parituksiin oli käytetty 153 845 eri urosta. Aineistoa rajattiin tutkimusta varten niin, että painohavainnon tuli olla välillä 1.0–5.0 kilogrammaa tai pentuekoon 1-15 pentua tai gradeeraustiedoista tuli löytyä havainto koolle tai laadulle tai massakkuudelle. Pentuekoon rajauksen yhteydessä mukaan otettiin vain 1-vuotiaat emät. Näiden rajausten jälkeen aineistoon jäi 817 421 eläintä, joista 198 468 oli uroksia ja 394 675 naaraita. 224 278 eläimelle ei ollut ilmoitettu sukupuolta.

Vaikka aineistoa oli runsaasti eri tarhoilta, niille ei voitu tehdä yhteistä geneettistä analyysiä koska tarhojen välillä ei ole tätä sallivaa eläinten identifiointimerkintää. Tarhoista poimittiin kolme tarhaa, joilla oli eniten painohavaintoja, suuruusjärjestyksessä 10 390, 7 169 ja 2 880. Näistä valittiin edelleen yksi tarha, jolla oli tasaisimmin havaintoja kaikista tutkituista ominaisuuksista. Kyseisellä tarhalla oli toiseksi eniten havaintoja kaikista ominaisuuksista ja eniten painojen suhteen kolmesta kandidaattitarhasta. Eniten havaintotietoja sisältäneellä tarhalla ei ollut lainkaan painohavaintoja penikoinneille naaraille ja kolmannella tarhalla havaintotietoja eri ominaisuuksista oli melko vähän. Valitulla tarhalla oli 12 521 eläintä joista 6073 oli uroksia, 6403 naaraita ja 45 eläimen sukupuoli oli tuntematon. Painotiedot oletettiin mitatuiksi gradeerauksen yhteydessä. Polveutumistiedot sisälsivät eläimen, eläimen isän ja emän tunnistenumerot, syntymäajan, sukupuolen ja eläimen viimeisimmän sijaintitarhan.

Aineisto sisälsi seuraavat tiedot:

- Eläimen tunnistenumero
- Syntymätarha
- Syntymäaika
- Sukupuoli
- Eläimen sijaintitarha (viimeisin)
- Gradeeraustiedot
 - Koko
 - Laatu
 - Massakkuus
 - Paino

- Paritustiedot
- Penikointitiedot
 - Pentuekoko (2. laskenta, pennut 3 viikon ikäisiä)
- Polveutumistiedot

Aineisto sisälsi myös muita gradeeraustietoja kuin mitä tutkimuksessa huomioitiin. Tutkimukseen valitut tutkittavat gradeerausominaisuudet valittiin niiden taloudellisen merkityksen perusteella. Sukupuuaineistosta käytettiin vaihtelun analysoinnissa polveutumistietoja neljänteen polveen asti. Tutkittujen ominaisuuksien periytymisasteet ja ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot laskettiin valitun kandidaattitarhan havainnoista.

4.2 Kiinteät tekijät

Kiinteitä tekijöitä olivat syntymävuosi, sukupuoli, syntymäajankohta ja emän ikä. Syntymäajankohta laskettiin päivinä vuoden alusta. Eniten eläimiä oli luokassa 115–130 päivää jossa oli 12 050 eläintä (taulukko 1). 44 eläimelle ei ollut ilmoitettu syntymäpäivämäärää. Jos paritustiedoissa ei ollut emälle merkittyä pentuekoko vastavaa paritusta, niin pentuekoko tieto poistettiin tältä yksilöltä. Pentuekokotietoja analysoitiin vain 1-vuotiailta emiltä (ensimmäinen penikointi) ja sellaisilta, joille löytyi sekä paritusvuosi- että pentuekokohavainto.

Taulukko 1. Syntymäajankohdan luokittelu ja luokkien eläinmäärät.

eläimen ikä päiviä	alle 114	115–130	131–146	yli 146
eläinten määrä	88	12 050	336	3

Kiinteiden tekijöiden vaikutusten testauksessa oletettiin, että jäännöspoikkeamat olivat normaalisti jakautuneita ja sen takia voitiin käyttää F-testiä.

4.3 Satunnaiset tekijät

Monen ominaisuuden eläinmallia käytettiin ominaisuuksiin (koko, laatu, massakkuus, paino ja pentuekoko) vaikuttavien satunnaistekijöiden varianssi- ja kovarianssikomponenttien, ja edelleen niiden välisen korrelaation ja ominaisuuksien periytymisasteiden arviointiin. Kullekin ominaisuudelle malli voidaan esittää havaintojoukolle muodossa:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X} \mathbf{b} + \mathbf{W} \mathbf{c} + \mathbf{Z} \mathbf{a} + \mathbf{e}$$

jossa:

\mathbf{y} = ominaisuuden havaintovektori

\mathbf{b} = kiinteiden tekijöiden vektori

\mathbf{a} = additiivisten geneettisten tekijöiden vektori

\mathbf{c} = yhteisen ympäristön eli pentuetekijän vektori

\mathbf{X} = havainnot ja niitä selittävien kiinteiden tekijöiden matriisi

\mathbf{Z}, \mathbf{W} = havainnot ja niitä selittävien satunnaisten tekijöiden matriisi

\mathbf{e} = jäännöstekijän vektori

Yhden ominaisuuden analyysi voidaan laajentaa monen ominaisuuden analyysiksi.

4.4 Tutkimuksessa käytetyt tilastolliset menetelmät ja mallit

Vaihtelun arvioinnissa käytettiin viiden ominaisuuden eläinmallia, jossa ei-geneettisenä satunnaistekijänä oli yhteinen pentue. Gradeerausominaisuuksille ja painolle oli käytössä eläinmalli, jossa oli seuraavat kiinteät ja **satunnaiset** (vahvennettuna) tekijät:

$$Y_{pjk\text{klmi}} = \text{syntymävuosi}_p + \text{sukupuoli}_j + \text{syntymäajankohta}_k + \text{emän ikä}_l + \text{pentue}_m + \text{eläin}_i + \epsilon_{pjk\text{klmi}}$$

$$Y_{pjk\text{klmi}} = \text{koko (luokat 1 - 5)}$$

$$\text{laatu (luokat 1 - 5)}$$

$$\text{paino (mittaustulosten vaihteluväli 1.0–5.0 kg)}$$

$$\text{massakkuus (luokat 1- 5)}$$

$\text{syntymävuosi}_p = \text{eläimen syntymävuosi}$

$\text{sukupuoli}_j = \text{uros, naaras tai ei tiedossa}$

$\text{syntymäajankohta}_k = \text{päivät vuoden alusta syntymäpäivämäärään. Lasketun arvon perusteella havainnot neljään luokkaan: alle 114 päivää, 115–130, 131–146 tai yli 146 päivää}$

$\text{emän ikä}_i = \text{eläimen emän ikä. Havainnot jaettiin kolmeen luokkaan: 1-vuotiaat, 2-vuotiaat ja yli 2-vuotiaat}$

$\text{pentue}_m = \text{saman pentueen yhteinen ympäristö (koodaus eläimen emän tunnistenumero * 100 + eläimen syntymävuoden kaksi viimeistä numeroa)}$

$\text{eläin}_i = \text{eläimen geneettinen vaikutus (tunnistenumero), jolle osoitetaan sukupuoli}$

$\epsilon_{pjk lmi} = \text{jäännöstekijä}$

Samassa analyysissä pentuekoolle oli käytössä eläinmalli, jossa oli seuraavat kiinteät ja **satunnaiset** tekijät:

$$Y_{\text{imp}} = \text{paritusvuosi}_p + \text{eläin}_i + \text{pentue}_m + \epsilon_{\text{imp}}$$

$$Y_{\text{imp}} = \text{pentuekoko (havainnot 1–15 pentua)}$$

$$\text{paritusvuosi}_p = \text{emän paritusvuosi}$$

Merkitään eläimen vaikutusten (additiivista geneettisten vaikutusten eli jalostusarvojen) vektoria **a**:lla ja yhteisestä pentuajan ympäristöstä johtuvien vaikutusten vektoria **c**:llä. Satunnaisvaikutuksille oletetaan kovarianssirakennetta tai riippumattomuutta seuraavasti:

$$\mathbf{a} \sim N(0, \mathbf{A} \sigma_a^2)$$

$$\mathbf{c} \sim N(0, \mathbf{I} \sigma_c^2)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \mathbf{I} \sigma_e^2)$$

joissa

σ_a^2 on additiivisten geneettisten vaikutusten varianssi, σ_c^2 on yhteisen pentuajan ympäristön varianssi, σ_e^2 jäännösvarienssi, \mathbf{A} sukulaisuusmatriisi ja \mathbf{I} identiteettimatriisi. Edelleen luonnollisesti satunnaistekijöiden vaikutukset ovat toisistaan riippumattomia eli

$$\text{cov}(\mathbf{a}, \mathbf{c}) = \text{cov}(\mathbf{a}, \boldsymbol{\varepsilon}) = \text{cov}(\mathbf{c}, \boldsymbol{\varepsilon}) = \mathbf{0}$$

Yhden ominaisuuden analyysi voidaan laajentaa monen ominaisuuden analyysiksi.

Silloin esim. ominaisuusparille i ja j voidaan kirjoittaa odotusarvo ja varianssi

$$E \begin{pmatrix} a_i \\ a_j \\ c_i \\ c_j \\ e_i \\ e_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

ja

$$\text{Var} \begin{pmatrix} a_i \\ a_j \\ c_i \\ c_j \\ e_i \\ e_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{A} \sigma_{ai}^2 & \mathbf{A} \sigma_{aij} & & & & \\ & \mathbf{A} \sigma_{aj}^2 & & & & 0 \\ & & \mathbf{I} \sigma_{ci}^2 & & & \\ & & & \mathbf{I} \sigma_{cj}^2 & & \\ \text{symmetrinen} & & & & \mathbf{I} \sigma_{ei}^2 & \\ & & & & & \mathbf{I} \sigma_{ej}^2 \end{pmatrix}$$

Ominaisuuksien peritymisasteet (h^2) laskettiin kaavalla:

$$h^2 = \sigma_a^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2)$$

Yhteisestä pentuajan ympäristöstä johtuva samankaltaisuus laskettiin pentuevarienssilla:

$$c^2 = \sigma_c^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2)$$

Aineistoa käsiteltiin R-Studio 3.4.1 avulla (© 2016 RStudio). Sukupuutiedot poimittiin RelaX2-ohjelmalla (Strandén & Vuori 2006) ja neljän polven rajausta tehtiin prune varcomp -käskyllä. Varianssianalyysi ja peritymisasteet aineistosta laskettiin DMU-

ohjelmalla (Madsen & Jensen 2013) joka perustuu restricted maximum likelihood eli REML-menetelmään.

5 TULOKSET

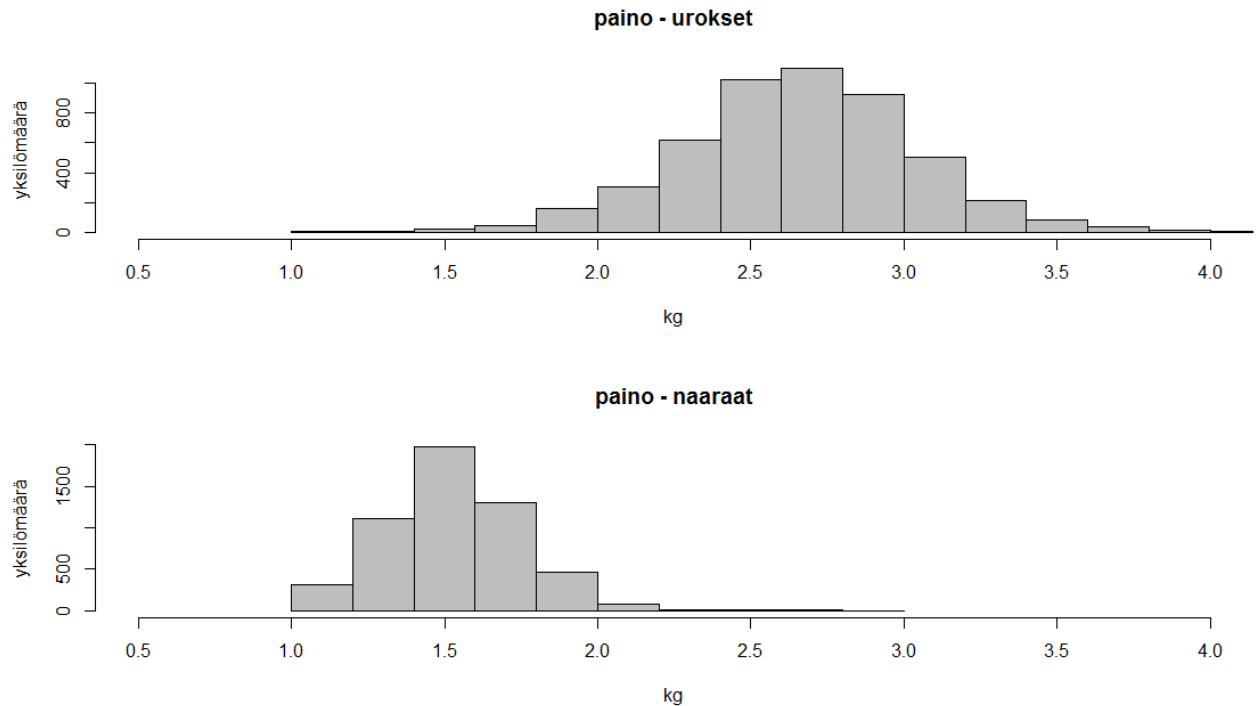
5.1. Tutkittavat ominaisuudet

Taulukko 2. Minkin eri ominaisuuksien havaintojen lukumäärä (N), keskiarvo (ka), keskihajonta (S.D.) sekä pienin (min.) ja suurin (max.) arvo, vaihtelukerroin (CV)

ominaisuus	N	ka	S.D.	min.	max.	CV
koko	11 503	3.07	1.23	1	5	0.40
laatu	7098	4.08	0.81	1	5	0.19
massakkuus	5795	3.76	0.87	1	5	0.23
paino (kg)	10 349	2.13	0.64	1	4.3	0.30
pentuekoko	1218	5.02	2.23	1	12	0.44

5.1.1 Paino

Tarhatut minkit painavat huomattavasti luonnonvaraisia lajitovereitaan enemmän. Painon ei tulisi olla ainoa tavoiteltava ominaisuus minkin kasvatuksessa, koska sen nostamisesta voi syntyä hyvinvointiongelmia. Painolle havaintoja oli 10 349. Havaintojen keskiarvo oli 2.13, keskihajonta 0.64 ja vaihtelukerroin 0.30. (taulukko 2 ja kuva 2). Tutkimuksessa aineistoa rajattiin painon mukaan niin, että eläimen painon tuli olla välillä 1.0–5.0 kiloa. Joissakin tutkimuksissa on erikseen laskettu painon geneettisiä tunnuslukuja erikseen uroksille ja naaraille. Tässä työssä eri sukupuolten painot analysoitiin yhdessä ja laitettiin sukupuoli kiinteänä tekijänä tilastolliseen malliin.



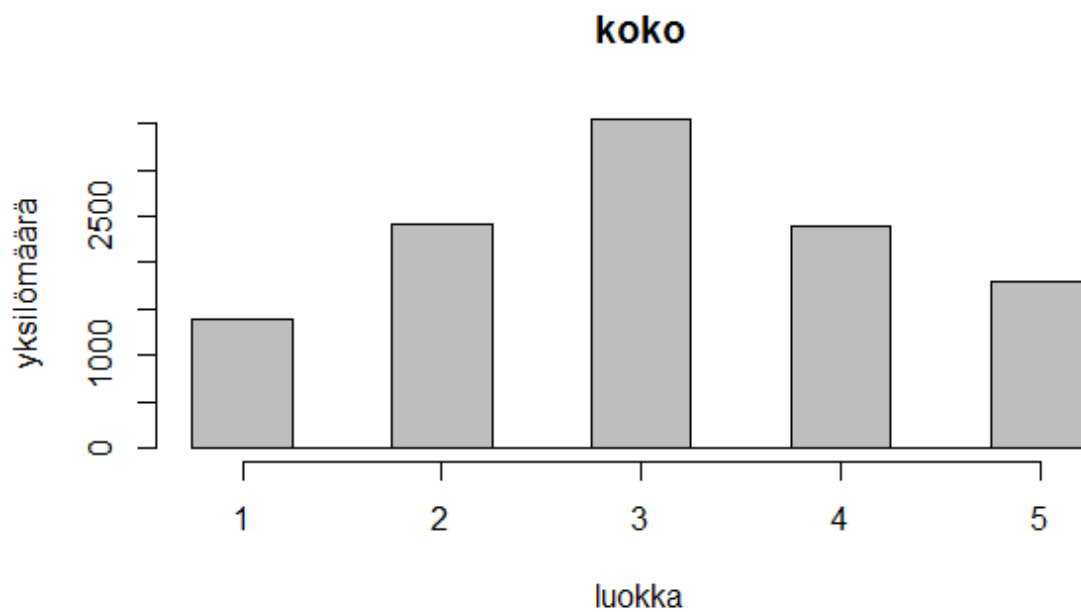
Kuva 2. Minkkiurosten ja -naaraiden painojen jakauma analysoidussa tarhassa.

5.1.2 Koko

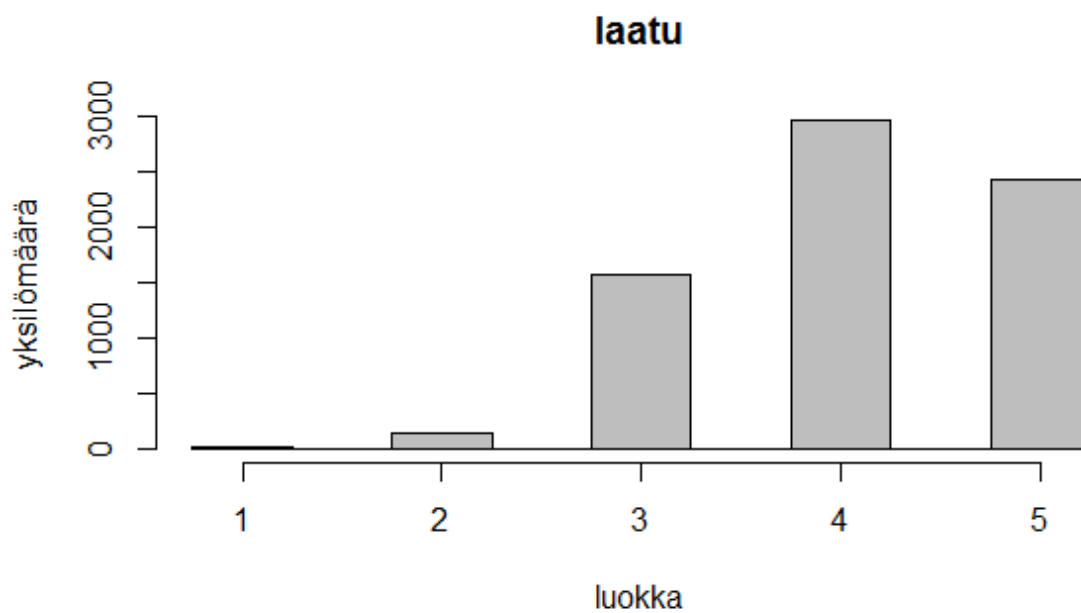
Valitusta tarhasta lopullisessa aineistossa oli gradeerausominaisuuksista eniten havintoja koolle, 11 503 havaintoa (taulukko 2 ja kuva 3). Koon keskiarvoksi saatiin 3.07, keskihajonnaksi 1.23 ja vaihtelukertoimeksi 0.40. Koko arvioidaan gradeeratessa eläintä asteikolla 1- 5, jossa 1 kuvaa pienintä ja 5 suurinta kokoa. Koko on taloudellisesti tärkeä gradeerausominaisuus, koska se määrää pitkälti nahasta saatavan hinnan.

5.1.3 Laatu

Gradeerausominaisuuksista laatuhavaintoja oli 7098. Niiden keskiarvo oli 4.08, keskihajonta 0.81 ja vaihtelukerroin 0.19. (taulukko 2 & kuva 4). Laatua arvioidaan gradeerauksessa samalla asteikolla kuin kokoa, 1 – 5. Laatu on yksi tärkeimmistä taloudellisista ominaisuuksista minkinkasvatuksessa. Laatuun liittyy myös muita turkiksen ominaisuuksia, kuten värin puhtaus sekä peitinkarvan laatu ja rakenne.



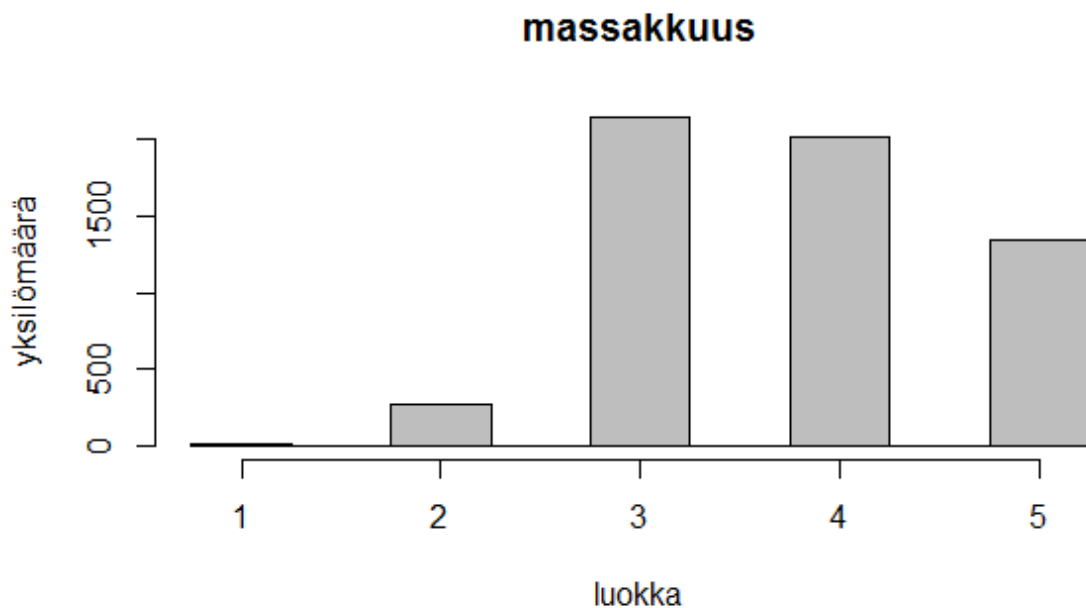
Kuva 3. Minkin luokitellun koon havaintojen jakauma tutkitussa tarhassa.



Kuva 4. Minkin turkin laadun havaintojen jakauma analysoidussa tarhassa.

5.1.4 Massakkuus

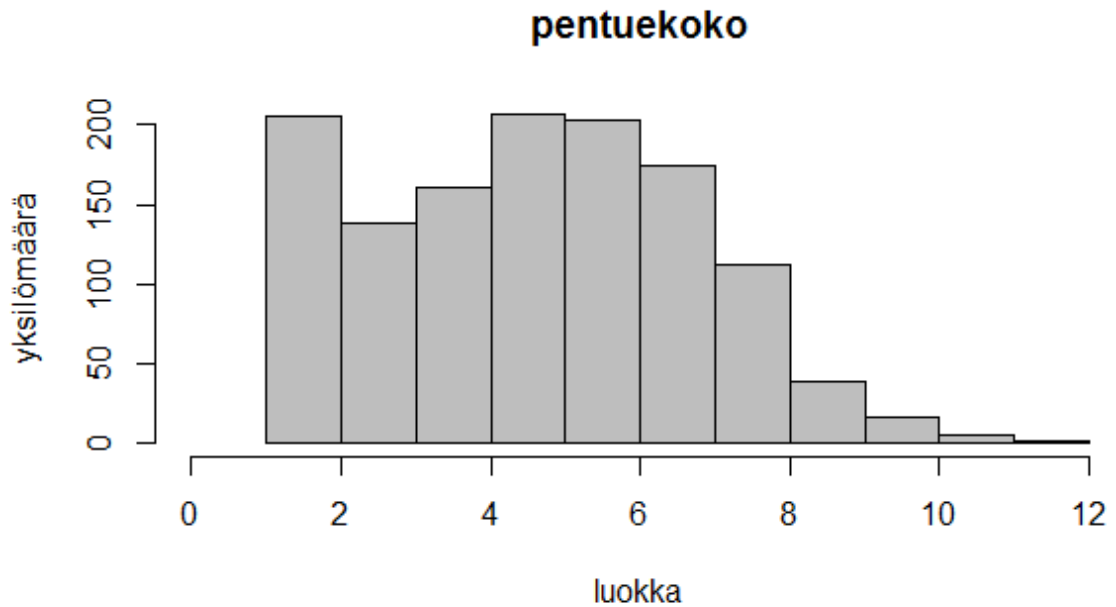
Gradeerausominaisuuksista massakkuudelle havaintoja oli 5795 joiden keskiarvo oli 3.76, keskihajonta 0.87 ja vaihtelukerroin 0.23. (taulukko 2 ja kuva 5). Massakkuudella tarkoitetaan minkin pohjavillan tiheyttä ja kykyä tukea peitinkarvaa. Gradeerauksessa massakkuuden arviointiasteikko on 1 – 5.



Kuva 5. Turkin massakkuuden havaintojen jakauma tutkitussa tarhassa.

5.1.5 Pentuekoko

Pentuekokohavaintoja on vain naarailta ja luonnollisesti niitä havaintoja oli vähiten. Pentuekokohavainnot olivat vain 3 viikon ikäisten pentujen määrinä (2. laskenta). Tämä saattaa johtua siitä, että eläimen pesintärauhaa ei haluta häiritä pentuja laskemalla. Analysointiin otettiin mukaan 1-vuotiaat naaraat, jotka olivat synnyttäneet vähintään yhden pennun ja yli 15:n kokoiset pentueet rajattiin pois. Havaintoja oli 1 218, joiden keskiarvo oli 5.02, keskihajonta 2.23 ja vaihtelukerroin 0.44 (taulukko 2 ja kuva 6). Pentuekoko on tarhaajalle tärkeä ominaisuus, koska se on suoraan yhteydessä myytävien nahkojen määrään ja toisaalta siitoseläinten valintaan. Pentuekoolla mitataan minkin hedelmällisyyttä.



Kuva 6. Minkin pentuekoon havaintojen jakauma analysoidussa tarhassa.

5.2 Kiinteiden tekijöiden vaikutus

Kiinteiden tekijöiden (sukupuoli, syntymäajankohta ja emän ikä) vaikutus testattiin F-testillä (taulukko 3). Syntymäajankohdalla ei ollut tilastollista merkitsevyyttä laatuun eikä massakkuuteen, ja emän iällä ei ollut myöskään tilastollisesti merkitsevää vaikutusta painoon. Emän iällä oli vaikutus massakkuuteen ($p < 0,05$).

Varianssikomponenttien arvioinnissa käytettiin kuitenkin samaa mallia kaikille gradeerausominaisuuksille.

Taulukko 3. Minkin eri ominaisuuksien havaintojen vaihteluun vaikuttavien kiinteiden tekijöiden testaus F-testillä

*** ($p < 0,001$), ** ($p < 0,01$), * ($p < 0,05$), ns = ei tilastollista merkitsevyyttä

	koko	laatu	massakkuus	paino
sukupuoli	***	***	***	***
syntymäajankohta	***	ns	ns	***
emänikä	***	***	*	ns

Urokset saivat kaikissa ominaisuuksissa korkeampia arvoja kuin naaraat (taulukko 4).

Taulukko 4. Minkin eri ominaisuuksien vaihteluun vaikuttavien kiinteiden tekijöiden alaluokkien LS-poikkeamat (viimeisestä alaluokasta).

LS-poikkeama tekijän viimeisimmästä alaluokasta (keskivirhe)					
kiinteä tekijä		koko	laatu	massakkuus	paino
sukupuoli	uros	0.193 (0.0201)	0.081 (0.0187)	0.181 (0.0207)	1.116 (0.524)
	naaras	0	0	0	0

5.3 Ominaisuuksien periytymisasteet ja yhteisen pentuajan ympäristön vaikutus

Tutkimuksessa käytettiin viiden ominaisuuden mallia periytymisasteiden ja yhteisen ympäristön aiheuttaman vaihtelun komponentin laskemiseen. Periytymisasteet vaihtelivat kaikille tutkituille ominaisuuksille 0.13:sta 0.34:een (taulukko 5). Koolle periytymisaste oli korkein (0.34 ± 0.03). Alhaisin periytymisaste saatiin pentuekoolle (0.13 ± 0.05). Yhteisen ympäristön vaikutus oli suurin painolle (0.16) ja pienin pentuekoolle (0.05). Muille tutkituille ominaisuuksille se oli välillä 0.10:sta 0.14:ään. Kaikilla ominaisuuksilla geneettisen vaihtelun osuus oli suurempi kuin yhteisen ympäristön osuus.

Taulukko 5. Minkin eri ominaisuuksien varianssikomponentit

ominaisuus	σ^2_a	σ^2_c	σ^2_e	σ^2_P	h^2	c^2
koko	0.502	0.215	0.780	1.497	0.34 ± 0.025	0.144
laatu	0.126	0.090	0.425	0.641	0.20 ± 0.027	0.141
massakkuus	0.122	0.072	0.524	0.718	0.17 ± 0.025	0.100
paino	0.030	0.016	0.052	0.097	0.30 ± 0.024	0.162
pentuekoko	0.655	0.256	4.120	5.031	0.13 ± 0.052	0.051

σ^2_a = additiivinen geneettinen varianssi, σ^2_c = pentuevarienssi, σ^2_e = jäännösvarienssi, σ^2_P = fenotyyppinen varianssi, h^2 = periytymisaste \pm sen keskivirhe, c^2 = pentueteikijän osuus fenotyyppisestä varianssista

5.4 Ominaisuuksien väliset havaintomäärät ja geneettiset korrelaatiot

Lopullisessa aineistossa rajausten jälkeen kaikkein eniten yhteisiä havaintoja oli gradeerauskoosta ja eläimen painosta (taulukko 6). Seuraavaksi eniten ominaisuuspareja oli laadusta ja koosta. Vähiten havaintoja oli pentuekoosta ja sen takia myös siitä yhdessä muiden ominaisuuksien kanssa. Huomattavasti suuremmat havaintomäärät gradeerausominaisuuksissa kertonevat siitä kuinka ne ovat suoraan yhteydessä tarhaajan taloudelliseen tulokseen. Lisäksi puolet gradeeratuista minkeistä on uroksia, jotka eivät voi saada fenotyypin havaintoja pentuekoon osalta.

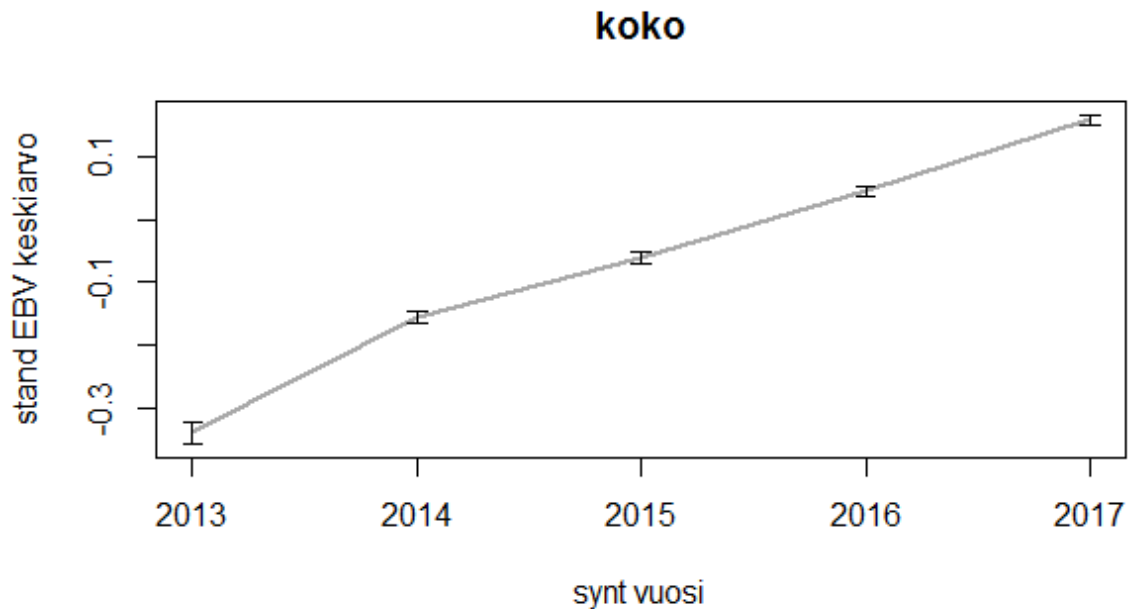
Suurin positiivinen geneettinen korrelaatio, 0.99 havaittiin gradeerauskoon ja eläimen painon välillä (taulukko 5). Lähes sama positiivinen korrelaatio saatiin laadun ja massakkuuden välille, 0.89. Negatiivisista geneettistä korrelaatioista suurimmat olivat eläimen koon ja pentuekoon välillä (-0.54) sekä painon ja pentuekoon välillä (-0.59). Muut ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot olivat kohtalaisen pieniä (0.23–0.30) tai vain hieman tästä korkeampia kuten koko ja massakkuus (0.34) sekä paino ja massakkuus (0.31). Geneettisten korrelaatioiden keskivirheet olivat melko korkeita pentuekoon ja muiden ominaisuuksien välillä (0.14–0.17).

Taulukko 6. Minkin ominaisuusparien yhteiset havaintomäärät alakolmiossa, geneettiset korrelaatiot ja niiden keskivirheet yläkolmiossa

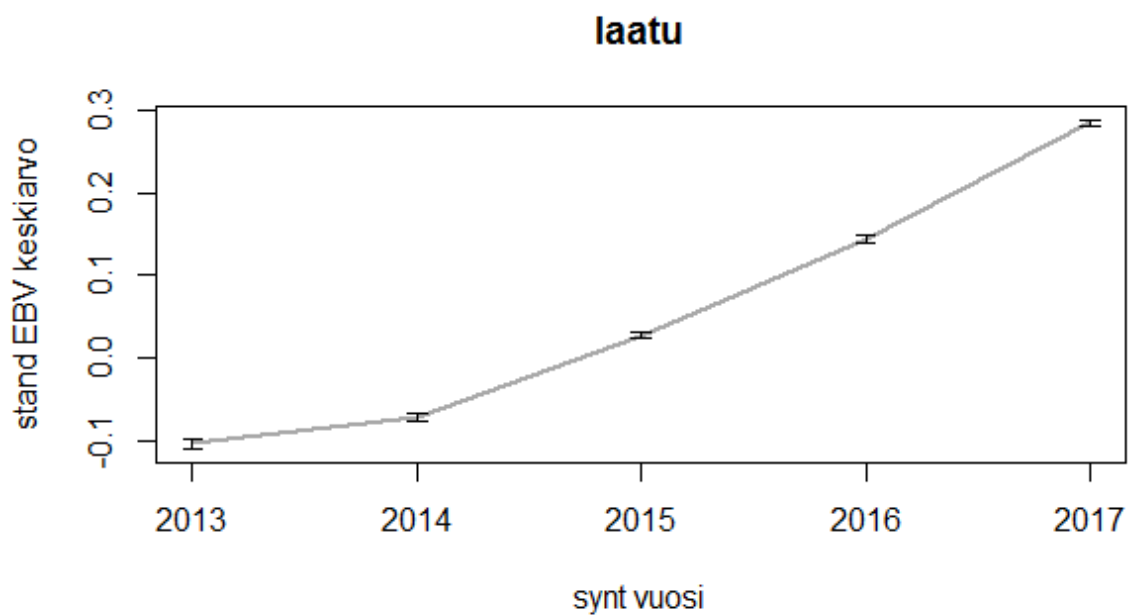
	koko	laatu	paino	pentuekoko	massakkuus
koko	11 503	0.24±0.08	0.99±0.00	-0.54±0.14	0.34±0.08
laatu	6333	7098	0.23±0.08	-0.21±0.17	0.89±0.04
paino	10 141	5718	10 349	-0.59±0.14	0.31±0.08
pentuekoko	1083	904	1034	1218	-0.29±0.17
massakkuus	5671	5670	5795	846	5795

5.5 Perinnölliset muutokset ominaisuuksissa

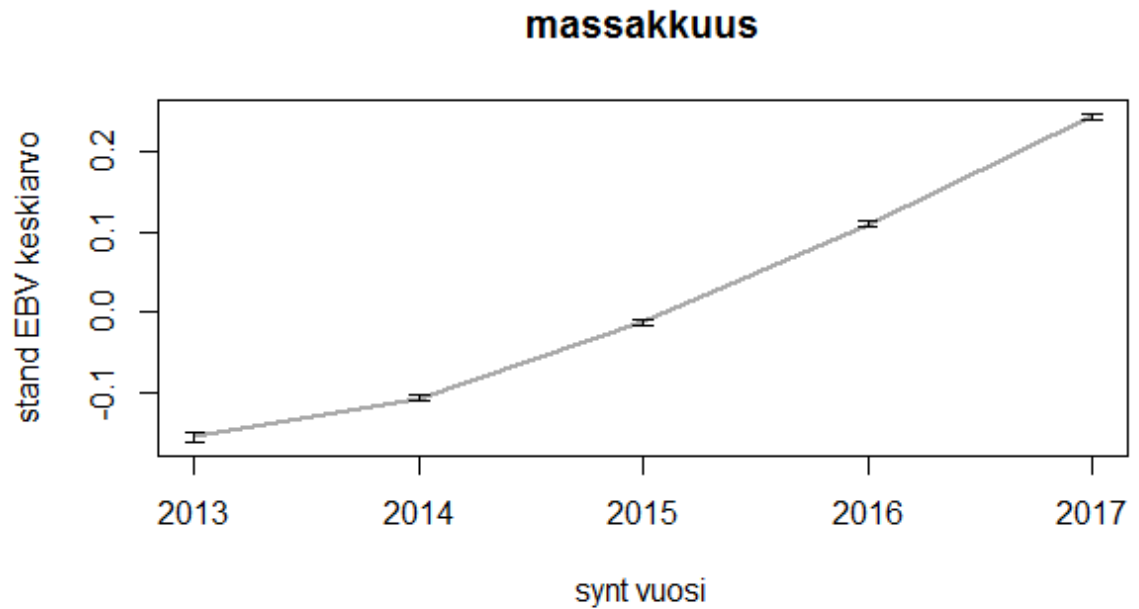
Koon, laadun, massakkuuden ja painon geneettinen trendi on nouseva (kuvat 7-10). Nopeimmin näistä ovat nousseet laatu ja massakkuus. Koko ja paino näyttäisivät jatkavan nousuaan edelleen. Ainoa negatiivinen trendi tutkituista ominaisuuksista on pentuekoolla (kuva 11).



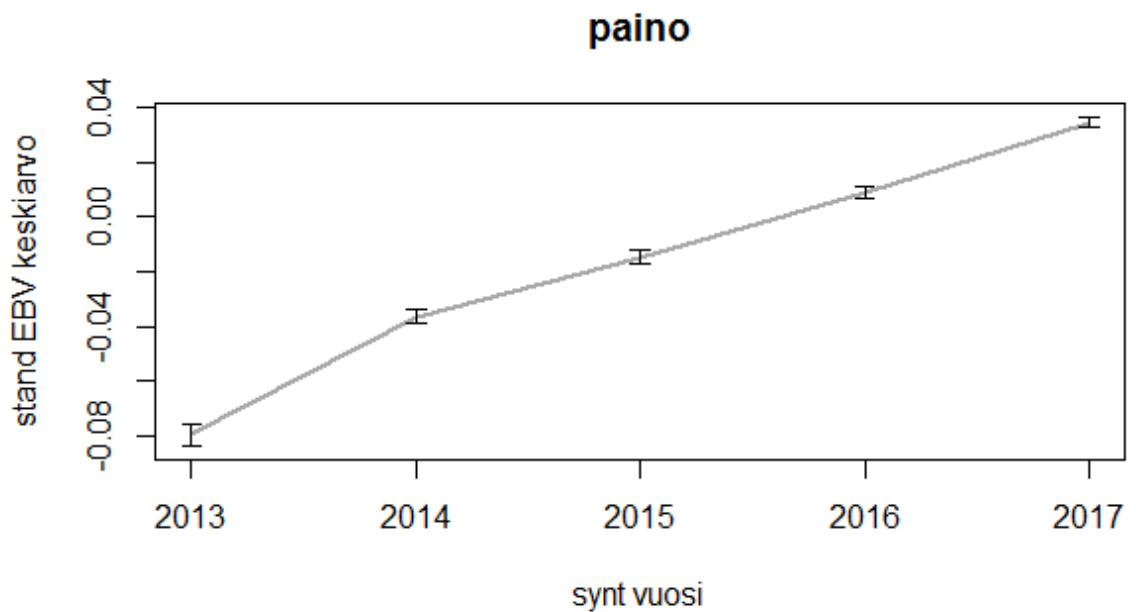
Kuva 7. Minkin koon geneettinen edistyminen tutkitussa tarhassa ilmaistuna eri vuosina syntyneiden yksilöiden estimoitujen jalostusarvojen keskiarvoina (keskivirheviikset).



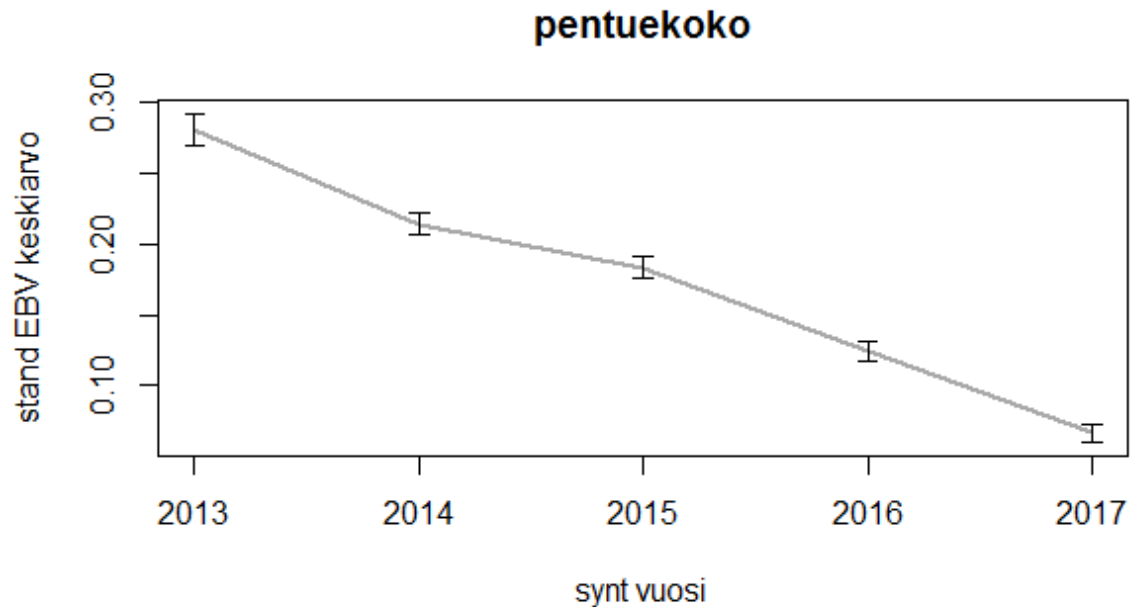
Kuva 8. Minkin turkin laadun geneettinen edistyminen tutkitussa tarhassa ilmaistuna eri vuosina syntyneiden yksilöiden estimoitujen jalostusarvojen keskiarvoina (keskivirheviikset).



Kuva 9. Minkin turkin massakkuuden geneettinen edistyminen tutkitussa tarhassa ilmaistuna eri vuosina syntyneiden yksilöiden estimoitujen jalostusarvojen keskiarvoina (keskivirheviikset).



Kuva 10. Minkin painon geneettinen edistyminen tutkitussa tarhassa ilmaistuna eri vuosina syntyneiden yksilöiden estimoitujen jalostusarvojen keskiarvoina (keskivirheviikset).



Kuva 11. Minkin pentuekoon geneettinen muuttuminen tutkitussa tarhassa ilmaistuna eri vuosina syntyneiden yksilöiden estimoitujen jalostusarvojen keskiarvoina (keskivirheviikset).

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Päätulokset

Minkkien taloudellisesti tärkeissä ominaisuuksissa on runsaasti perinnöllistä vaihtelua. Tutkituista ominaisuuksista nahankoolle ja painolle arvioitiin korkeimmat periytymisasteet. Ominaisuuksien välillä on myös huomattavaa perinnöllistä riippuvuutta. Luonnollisesti paino ja koko ovat vahvasti korreloituneita. Samoin laatu ja massakkuus korreloivat voimakkaasti keskenään: massakkuus on laadukkaan turkin tunnusmerkki minkeillä. Jalostusohjelman kannalta on tärkeä havainto huomata, että pentuekoko korreloi negatiivisesti painon ja kaikkien tutkittujen gradeerausominaisuuksien kanssa. Jalostus on ollut tuloksellista ja tuotannon talouteen vaikuttavat gradeerausominaisuudet ovat parantuneet huomattavasti myös viime

vuosien aikana. Sen sijaan pentuekoko on selvästi alentunut tarkastellulla ajanjaksolla, mikä on seurausta ominaisuuksien negatiivisista geneettisistä korrelaatioista.

6.2 Aineisto ja menetelmät

Koska minkkitarhojen välillä ei voi tehdä geneettistä analyysiä, tulokset perustuvat yhden ison tarhan tiedonkeruuseen. Tutkimuksen aineisto oli määrällisesti ja laadullisesti riittävän hyvä otos perinnöllisen vaihtelun analysointiin. Tätä indikoivat suhteellisen korkeat periytymisasteet ja niiden alhaiset keskivirheet. Lisäksi aineisto oli niin suuri, että siitä voitiin laskea myös geneettiset korrelaatiot. Aineisto sisälsi hyvin minkkien painotietoja (yli 10 000), joskin gradeerausominaisuuksista (nyt 5 700–7 100) tietoja olisi voinut olla enemmän. Myös pentuekokotietoja oli vain kolmen viikon ikäisten pentujen määrinä vastasyntyneiden pentujen määrän puuttuessa kokonaan. Sukulaisuustietoja aineisto sisälsi kattavasti. Suomalaisilla minkkitarhoilla tietoja kerätään hyvin, mutta painotietojen keräämisessä on edelleen parantamisen varaa. Tällä hetkellä minkkitarhojen välillä on heikosti geneettisiä linkkejä. Niitä voitaisiin lisätä vaihtamalla siitoseläimiä tarhojen välillä.

Aineistosta lasketut perinnölliset tunnusluvut laskettiin laajasti käytetyllä REML-menetelmällä. DMU-laskentaohjelmassa REML-analyysi oli helppo laajentaa viiden ominaisuuden yhteiseen analysointiin eläinmallilla.

6.3 Pentueajan yhteisen ympäristön vaikutus

Pentueajan yhteisen ympäristön vaihteluosuudeksi saatiin 5-16 % ominaisuudesta riippuen (taulukko 5). Suurin vaikutus vaihteluun oli yhteisellä pentueajan ympäristöllä painoon, 16,2 %. Tämä selittynee emän hoitokyvyllä ja sisarusten määrällä, joilla on vaikutusta pennun alkukasvuun ja sitä kautta sen myöhempään kuntoon. Koossa ja turkin laadussa tämä osuus oli noin 14 % ja massakkuudessa 10 %. Myös näihin ominaisuuksiin vaikuttaa eläimen kokonaisvaltainen elinvoima ja hyvinvointi, joka alkaa eläimen ollessa vielä emän hoidossa. Minkin pentuekokoon sen pentuaikainen yhteinen ympäristö selitti sen sijaan vain noin 5 % vaihtelusta. Naaraan omaan

penikoimiseen voi katsoa kuluvan niin pitkä aika siitä, kun se itse on ollut pentu, ettei vaikutus pentueajan ympäristöllä juurikaan ulotu siihen.

6.4 Periytymisasteet

6.4.1 Paino

Painolle tutkimuksessa saatu periytymisasteen arvio 0.30 ± 0.02 oli matalampi kuin Thirstrupin ym. (2016) saama 0.48 ± 0.05 uroksille ja 0.43 ± 0.04 naaraille. Tässä tutkimuksessa ei käsitelty erikseen uroksia ja naaraita, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Tämä vaikuttanee myös painon periytymisasteen arvioon, joka saattaisi olla korkeampi myös tämän tutkimuksen aineistolla mikäli urokset ja naaraat olisi arvioitu erikseen. Ominaisuuden saadessa korkeamman periytymisasteen, oletetaan siihen olevan mahdollista vaikuttaa jalostusvalinnoilla entistä paremmin. Lagerkvist ym. (1993) sai tutkimuksessaan painon periytymisasteeksi 0.39 ± 0.06 kun molemmat sukupuolet oli yhdistetty. Tämä tulos on lähempänä tässä tutkimuksessa saatua arviota.

6.4.2 Koko

Tutkimuksessa minkin koolle saatu keskiarvo 3.07 oli hieman pienempi kuin Koivulan ym. (2008) aiemmin arvioima keskiarvo 3.62. Heidän arvioima periytymisaste koolle oli 0.23, mikä on melko paljon pienempi kuin tässä tutkimuksessa saatu 0.34 ± 0.03 . Heidän tutkimusaineistossaan oli lähes 100 000 minkkiä vuosilta 1996–2004. Tutkimuksessa saatu keskiarvo koolle osoittaa, että koko arvosteluasteikkoa 1-5 oli käytetty hyvin. Sinikettu ei ole lajina sukua minkille, mutta siihen vertaaminen tärkeänä turkiseläinlajina ja samanlaisten ominaisuuksien takia on relevantimpaa kuin toisenlaisiin lajeihin. Vertailuna siniketuille on saatu koon periytymisasteeksi 0.20 ± 0.01 Koivulan ym. (2009a) tutkimuksessa ja Kempen ym. (2016) 0.27 ± 0.01 .

6.4.3 Laatu

Tutkimuksessa minkin nahan laadulle saatu keskiarvo 4.08 oli hieman suurempi kuin aiemmin Koivulan ym. (2008) arvioima 3.70. Tutkimuksessa arvioitu periytymisaste 0.20 ± 0.027 oli alhaisempi kuin Lagerkvistin ym. (1994) saama 0.32 ± 0.05 mutta lähes sama kuin Thirstrupin ym. (2016) saama 0.21 ± 0.02 . Heidän aineistonsa käsitti noin 9 500 minkkiä joista noin puolet oli uroksia ja puolet naaraita, ja jotka olivat syntyneet vuosina 2013 ja 2014. Siniketuille laadun periytymisasteeksi Peura ym. (2005) saivat 0.11 ± 0.02 ja Kempe ym. (2016) puolestaan 0.217 ± 0.011 .

6.4.4 Massakkuus

Massakkuuden periytymisasteeksi tutkimuksessa saatu 0.17 ± 0.025 on alhaisempi kuin Thirstrupin ym. (2016) saama arvio 0.28 ± 0.03 . Massakkuuden keskiarvoksi tässä tutkimuksessa saatiin 3.76. Massakkuuden tunnusluvuista ei tule tehdä suoraan johtopäätöksiä tutkimusaineiston minkkien turkin laadusta, sillä massakkuus on subjektiivisemmin arvioitu kuin vastaavasti esimerkiksi nahankoko tai eläimen paino. Massakkuuden arvioiduista periytymisasteista voidaan kuitenkin päätellä, kuinka paljon ominaisuuteen on mahdollista jalostusvalinnoilla vaikuttaa.

6.4.5 Pentuekoko

Pentuekoon keskiarvoksi tutkimuksessa saatiin 5.02 mikä on täsmälleen sama kuin Hansen ym. (2010a) saama keskiarvo 28 päivän iässä lasketulle pentumäärälle ja lähellä aiemmin Koivulan ym. (2008) saamaa keskiarvoa 5.48. Pentuekoon laskenta tehdään Suomessa yleensä kolmen viikon ikäisille pennuille, koska tätä ennen halutaan olla häiritsemättä emoa. Pentuekoolle saatu periytymisaste 0.13 ± 0.052 on lähes sama kuin Koivulan ym. (2011) tutkimuksessa arvioima 0.11 ± 0.01 . Hansen ym. (2010a) arvioivat pentuekoon 28 päivän iässä lasketulle pentumäärälle periytymisasteeksi emille 0.05 ± 0.03 ja isille 0.02 ± 0.01 .

6.5 Geneettiset korrelaatiot

Painon ja pentuekoon korrelaatioksi saatiin -0.59 ± 0.14 . Aiemmissa tutkimuksissa Jeppesen (2003) on havainnut, että naaraan alhainen paino parantaa sen

hedelmällisyysominaisuuksia. Tarkkaa syytä tälle ei ole saatu selville. Pentumäärän ja eläimen gradeerausoon väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi saatiin -0.54 ± 0.14 . Se on lähellä Koivulan ym. (2009b) arvioimaa vastaavaa korrelaatiota -0.51 ± 0.084 . Painon ja koon geneettinen korrelaatio 0.99 ± 0.00 selittyy luonnollisesti sillä, että mitä painavampi eläin on, niin sitä suurempi se on myös kooltaan. Myös Lagerkvist ym. (1993) ovat saaneet tutkimuksessaan samanlaisia tuloksia ja huomanneet, että paino voi ennustaa hyvin eläimen kokoa.

Kaikki gradeerausominaisuudet (koko, laatu ja massakkuus) saivat negatiivisen geneettisen korrelaation pentuekoon kanssa. Myös Koivula ym. (2008) ovat saaneet tutkimuksessaan negatiivisen geneettisen korrelaation koon ja pentuekoon välille, joskin huomattavasti pienemmän kuin tässä tutkimuksessa (-0.24). Negatiivinen geneettinen korrelaatio tutkittujen gradeerausominaisuuksien ja pentuekoon välillä johtunee siitä, että minkillä ei riitä aineenvaihdunnallisia resursseja pitämään sekä pentuekokoa että gradeerausominaisuutta suurena.

Myös siniketuilla on huomattu pentuekoon ja eläimen koon korreloivan negatiivisesti: Koivula ym. (2009a) saivat tutkimuksessaan siniketuille näiden kahden ominaisuuden geneettiseksi korrelaatioksi -0.43 ± 0.07 .

Gradeerausominaisuuksien keskinäiset korrelaatiot olivat kaikki positiivisia. Koon ja laadun geneettiseksi korrelaatioksi tutkimuksessa arvioitiin 0.24 ± 0.08 . Peura ym. (2005) saivat lähes saman tuloksen sinikettujen koon ja laadun geneettiseksi korrelaatioksi 0.23 ± 0.11 . Korkein geneettinen korrelaatio tässä tutkimuksessa gradeerausominaisuuksien välillä havaittiin laadun ja massakkuuden välillä, 0.89 ± 0.04 . Tämä selittyy sillä, että massakkuus mittaa minkin turkin tiheyttä ja tiheys tekee turkin laadukkaammaksi.

6.6 Ominaisuuksien perinnölliset muutokset

Koon, laadun, massakkuuden ja painon geneettisistä trendeistä nopeimmin näyttävät nousseen laatu ja massakkuus: näitä valitaan ja turkin massakkuus vaikuttaa myös laatuun. Koon ja painon geneettiset trendit näyttäisivät jatkavan nousuaan edelleen:

toisaalta tällainen kehitys on positiivista, koska mitä suurempi nahan koko on, niin sitä paremman hinnan siitä saa. Kuitenkin liian suureksi karkaava koko minkeillä ja erityisesti liian nopea kasvutahti aiheuttanevat samankaltaisia terveysongelmia tulevaisuudessa mitä jo nyt voidaan nähdä turkisketuilla. Pyrittäessä mahdollisimman hyvään taloudelliseen tulokseen olisi kuitenkin muistettava eläinten hyvinvointi tuotantosuunnasta riippumatta. Pentuekoolla oli ainoa negatiivinen geneettinen trendi tutkituista ominaisuuksista. Tämä on huolestuttavaa, koska trendi on tullut alaspäin koko ajan vuodesta 2013. Pentuekoko vaikuttaa tuotannon taloudelliseen tulokseen: kuinka paljon nahkottavia eläimiä saadaan. Jos tuottajat tekevät jalostusvalintaa fenotyyppisten havaintojen perusteella jalostusarvojen sijaan, voi valintavaste olla voimakkaampi niissä ominaisuuksissa joissa periytymisaste on korkeampi. Tällaisia ominaisuuksia tässä tutkimuksessa olivat eläimen koko ja paino, joilla on negatiivinen geneettinen korrelaatio pentuekoon kanssa.

Taulukko 7. Ominaisuuksien geneettisen vaihtelun vaihtelukertoimet

ominaisuus	geneettisen vaihtelun vaihtelukerroin
paino	0.16
koko	0.23
laatu	0.08
massakkuus	0.09
pentuekoko	0.16

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää geneettisiä yhteyksiä minkin painon ja gradeerausominaisuuksista koon, laadun ja massakkuuden sekä pentuekoon välille. Kun ominaisuudessa on vaihtelua, siihen voidaan jalostuksella vaikuttaa. Selvästi näihin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa jalostuksella taloudellisen tuloksen parantamiseksi ja minkkien terveyden ylläpitämiseksi. Tutkittujen ominaisuuksien geneettisen vaihtelun vaihtelukertoimet osoittavat, että eniten minkkien jalostuksella pystyttäisiin

vaikuttamaan minkkien nahankokoon (geneettisen vaihtelun vaihtelukerroin 23 %, taulukko 7.) Toiseksi eniten geneettisen vaihtelun vaihtelukertoimien perusteella pystyttäisiin vaikuttamaan minkin painoon ja pentuekokoon (16 %). Pentuekoon osalta on kuitenkin otettava huomioon minkkinaaraan kapasiteetti hoitaa pentuetta sekä toisaalta lukumäärältään suurten poikueiden haasteet. Myös pentuekoon negatiivinen geneettinen korrelaatio muiden tutkittujen ominaisuuksien kanssa tulee ottaa huomioon. Tutkimuksessa saadut tulokset osoittavat, että painon kasvaessa myös minkin gradeerauskoko kasvaa mutta pentuekoko pienenee mitä painavampi minkkinaaras on. Paino ei saisi olla itsessään jalostuksella tavoiteltava ominaisuus.

Minkeistä kerätään laajasti tietoa suomalaisilla turkistarhoilla, mikä palvelee jalostustyötä ja auttaa tuottajia entistä parempaan tulokseen. Minkkien tarhakohtaisen identifioinnin sijaan valtakunnallinen minkkikohtainen tunnistejärjestelmä auttaisi vertailemaan minkkejä tarhojen välillä ja toisaalta helpottaisi myös jalostuseläinten vaihtoa tarhojen välillä. Viimeksi mainittu olisi erityisen toivottava kehityskohde minkinjalostuksessa, sillä minkeille ei ole mahdollista käyttää keinosiemennystä joka helpottaisi eläinaineksen levittämistä ja estäisi suljettujen alapopulaatioiden syntymistä.

Minkkien terveystilanne on hyvä päinvastoin kuin turkisketuilla, joilla ylipaino aiheuttaa merkittäviä hyvinvointiongelmia. Minkkien jalostuksessa tulisi antaa riittävästi painoarvoa eläimen sopusuhtaiselle rakenteelle. Mitään tuotanto-ominaisuutta, erityisesti painoa tai kokoa, ei tulisi lähteä jalostamalla liioittelemaan paremman taloudellisen tuloksen saavuttamiseksi. Kokonaisvaltaisesti hyvinvoiva ja laadukkaan turkin tuottava minkki on parasta markkinointia turkiselinkeinolle.

LÄHTEET

Berg, P. ja Lohi, O. 1992. Feed consumption and efficiency in paternal progeny groups in mink. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 42:1, 27–33.

Brink, A. L. ja Jeppesen, L.L. 2005. Behaviour of mink kits and dams (*Mustela vison*) in the lactation period. *Canadian Journal of Animal Science*. 85: 7-12.

Evira 2017. Eläinten terveyst ja eläintaudit. <https://www.evira.fi/elaimet/elainten-terveys-ja-elaintaudit/> Luettu 1.2.2018.

Hansen, B.K. ja Berg, P. 1998. Mink dam weight changes during the lactation period. I. genetic and environmental effects. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 48: 49-57.

Hansen, B.K., Jeppesen, L.L. ja Berg, P. 2010b. Stereotypic behaviour in farm mink (*Neovison vison*) can be reduced by selection. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 127: 64-73.

Hansen, B.K., Su, G. ja Berg, P. 2010a. Genetic variation in litter size and kit survival of mink (*Neovison vison*). *Journal of Animal Breeding and Genetics* 127; 442-451.

Hansen, S.W., Houbak, B. ja Malmkvist, J. 1998. Development and possible causes of fur damage in farm mink – significance of social environment. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 48: 58-64.

Hernesniemi, T. 2016. Turkisalan vuosikiertotiedotteet Tuottava minkin kasvatus. <http://www.kpedu.fi/kampanjat/ajantasalla/turkisalan-vuosikiertotiedotteet> Luettu 3.1.2018

Howard, J.G., Lynch, C., Santymire, R.M., Marinari, P.E. ja Wildt, D.E. 2016. Recovery of gene diversity using long-term cryopreserved spermatozoa and artificial insemination in the endangered black-footed ferret. *Animal Conservation* 19: 102-11.

Ishikawa, T., Tiba, T., Kagota, K., Kawabe, K. ja Kinoshita, S. 1965. Etude experimentale sur l'insemination artificielle chez les minks. Japanese Journal of Veterinary Research, vol. 13: 1-10.

Jeppesen, L.L., Heller, K.E., ja Bildsøe, M. 2003. Stereotypies in female farm mink (*Mustela vison*) may be genetically transmitted and associated with higher fertility due to effects on body weight. Applied Animal Behaviour Science. 86: 137-143.

Joergensen, G. 1985. Anatomy and physiology of the mink pelt. Kirjassa Joergensen, G. (toim.) Mink Production. Scientifur Denmark. Sivut 85-89

Juga, J., Maijala, K., Mäki-Tanila, A., Mäntysaari, E., Ojala, M. ja Syväjärvi, J. 1999. Kotieläinjalostus. Gummerus, Jyväskylä.

Kempe, R. ja Strandén, I. 2016. New breeding value evaluation of litter size in Finnish blue fox. Proceedings of the XIth International Scientific Congress in Fur Animal Production. 153-157.

Kempe, R., Koskinen, N., Mäntysaari E ja Strandén, I. 2010. The genetics of body condition and leg weakness in the blue fox (*Alopex lagopus*). Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science, 60: 141-150.

Koivula, M., Mäntysaari, E. A. ja Strandén, I. 2011. New breeding value evaluation of fertility traits in Finnish mink. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science, 61: 1-6.

Koivula, M., Strandén, I. ja Mäntysaari, E.A. 2008. Genetic parameters for litter size and grading traits in Finnish mink population. IX International Scientific Congress in Fur Animal Production. Halifax, Nova Scotia, Canada. August 19-23, 2008. 6 p.

Koivula, M., Mäntysaari, E. A. ja Strandén, I. 2009a. New fertility traits in breeding value evaluation of Finnish blue fox. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, 59: 131-136.

Koivula, M., Strandén, I. ja Mäntysaari, E.A. 2009b. Direct and maternal genetic effects on first litter size, maturation age and animal size in Finnish minks. *Journal of Animal Science*. 87:3083–3088

Korhonen, H. ja Niemelä, P. 1998. Effect of *ad libitum* and restrictive feeding on seasonal weight changes in captive minks (*Mustela vison*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 79: 269–280.

Kornum, A.L., Röcklinsberg, H. ja Gjerris, M. 2017. The concept of behavioural needs in contemporary fur science: do we know what American mink (*Mustela vison*) really need? *Science in the Service of Animal Welfare*. 26: 151-164.

Lagerkvist, G. 1997. Economic profit from increased litter size, body weight and pelt quality in mink (*Mustela vison*). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 47: 57-63.

Lagerkvist, G., Johansson, K. ja Lundeheim, N. 1994. Selection for litter size, body weight and pelt quality in mink (*Mustela vison*): correlated responses. *Journal of Animal Science* 72: 1126 -1137.

Lagerkvist, G., Johansson, K. ja Lundeheim, N. 1993. Selection for litter size, body weight and pelt quality in mink (*Mustela vison*): Experimental Design and Direct Response of Each Trait. *Journal of Animal Science*. 71: 3261-3272.

Lagerkvist, G. ja Lundeheim, N. 1990. Fur quality traits in standard mink – price relationships, heritabilities and genetic and phenotypic correlations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 40: 367-376.

Luonnonvarakeskus Tilastotietokanta 2016. <http://stat.luke.fi> Luettu 12.2.2018.

Luonnonvarakeskus 2015. Tyytyväinen eläin tuottaa parhaiten. Tietopaketit, tuotaneläinten hyvinvointi.

<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/www/Tietopaketit/Tuotantoel%C3%A4inten%20hyvinvointi> Luettu 1.2.2018.

Madsen, P. ja Jensen, J. 2013. A User's Guide to DMU. A Package for Analysing Multivariate Mixed Models. Version 6, release 5.2. 32 p.

Meagher, R., Bechard, A., Palme, R., Díez-León, M., Hunter, D.B. ja Mason G. 2012. Decreased litter size in inactive female mink (*Neovison vison*): Mediating variables and implications for overall productivity. Canadian Journal of Animal Science 92: 131-141.

Moisander-Jylhä, A-M. . 2016. Turkisalan vuosikiertotiedotteet Tuottava minkin kasvatus. <http://www.kpedu.fi/kampanjat/ajantasalla/turkisalan-vuosikiertotiedotteet> Luettu 9.1.2018

Nielsen Hovgaard, K. 1985. Arrangement of mink farm. Kirjassa Joergensen, G. (toim.) Mink Production. Scientifur Denmark. Sivut 40-41.

Niemi, J. ja Väre, M. 2017. Suomen maa- ja elintarviketalous 2016/2017. Luonnonvara- ja biotaloudentutkimus 17/2017. Luonnonvarakeskus. 90 p.

Pedersen, V., Jeppesen, L.L ja Jeppesen, N. 2004. Effects of group housing systems on behaviour and production performance in farmed juvenile mink (*Mustela vison*). Applied Animal Behaviour Science 88: 89-100.

Peura, J., Strandén, I. ja Mäntysaari E.A. 2005. Genetic parameters in Finnish blue fox population: Pelt character and live animal grading traits. Acta Agriculturae Scand Section A; 55: 137-144.

Profur 2016. Suomen Turkiseläinten Kasvattajain Liitto ry. Tilastot 2016. 19p. https://profur.fi/sites/default/files/tilastot_2016.pdf Luettu 15.1.2018

PTT 2016. Turkisalan taloudellinen merkitys. 10 p. https://profur.fi/sites/default/files/ptt_2016.pdf Luettu 15.1.2018.

Rouvinen-Watt, K. 2003. Nursing sickness in the mink – a metabolic mystery or a familiar foe? The Canadian Journal of Veterinary Research. 67: 161-168.

SagaFurs 2015. Turkisten lajittelu. 17 p.

- Silvenius, F., Koskinen, N., Kurppa, S., Rekilä, T., Sepponen, J. ja Hyvärinen H. 2010. Suomessa tuotetun minkin- ja ketunnahan elinkaariarviointi. MTT Raportti 29. 41 p.
- Sjöholm, Leif. 2012. Turkistilan lomittajan käsikirja. TURVA-hanke.
- Strandén, I. ja Vuori, K. 2006. RelaX2: Program for pedigree analysis. User's guide to version 1.50: 81p..
- Suomen Turkiseläinten Kasvattajain liitto ry. 2017. www.profur.fi. Luettu 23.11.2017.
- Sørensen, K., Grossman, M. ja Koops, W.J. 2003. Multiphasic growth curves in mink (*Mustela vison*) selected for feed efficiency. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science*, 53:1. 41-50.
- Thirstrup, J.P., Jensen J. ja Lund M.S. 2016. Genetic parameters for fur quality graded on live animals and dried pelts of American mink (*Neovison vison*). *Journal of Animal Breeding and Genetics*; 134: 322-331.
- Turkiseläinten hyvinvointi 2017. Eläinten hyvinvointikeskus. www.elaintieto.fi. Luettu 29.12.2017.
- Turkiseläin – eläinsuojelulainsäädäntöä koottuna. 2012. Evira. www.evira.fi. Luettu 28.12.2017.
- Welfare assessment protocol for mink. 2015. Welfur. www.fureurope.eu Luettu 6.4.2018.
- Wierzbicki, H. 2005. Breeding value evaluation in Polish fur animals: Factors affecting pelt prices in the international trading system. *Czech Journal of Animal Science*, 50: 266-272.